

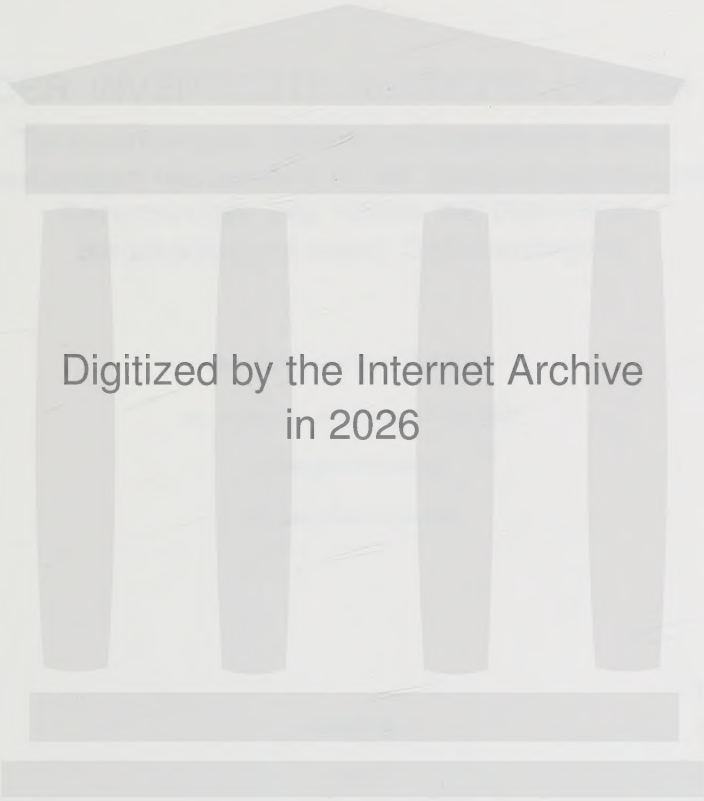
DER INVERTIERTE RUNDSTIELLAPPEN

Tierexperimentelle Studien zur Anwendung eines
röhrenförmigen Hautlappens in der plastisch-rekonstruktiven
Tumorchirurgie des Halses mit besonderer
Berücksichtigung seiner Gefäßversorgung

Christian Gammert

19780

1978 56



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548222_0049

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenkranke

der Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Prof. Dr. M. E. Wigand

DER INVERTIERTE RUNDSTIELLAPPEN

Tierexperimentelle Studien zur Anwendung eines
röhrenförmigen Hautlappens in der plastisch-rekonstruktiven
Tumorchirurgie des Halses mit besonderer
Berücksichtigung seiner Gefäßversorgung

Der Medizinischen Fakultät

der Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg

als Habilitationsschrift

vorgelegt

von

Christian Gammert



Tag der Habilitation: 23. Februar 1978

Meinen Eltern

	Seite
A Einleitung und Zielsetzung	1
B Grundlagen der Anwendung von Rundstiellappen	4
1.0. Der konventionelle extrovertierte Rundstiellappen (RL)	4
1.1. Chirurgische Handhabung	4
1.2. Allgemeine Eigenschaften	5
1.3. Untersuchung der Gefäßversorgung:	6
1.3.1. Morphologische Methoden	6
1.3.2. Funktionelle Methoden	7
1.3.3. Experimentelle und klinische Resultate	10
2.0. Der invertierte Rundstiellappen (IRL)	14
C Material und Methode	16
1.0. Auswahl der Tiere	16
2.0. Anästhesie	16
3.0. Bildung der Hautlappen	17
3.1. Kaninchen	17
3.1.1. Der konventionelle Rundstiellappen (RL)	17
3.1.2. Der primär einseitig durchtrennte Rundstiellappen	18
3.1.3. Der invertierte Rundstiellappen (IRL)	18
3.1.4. Der primär einseitig durchtrennte invertierte Rundstiellappen	18
3.1.5. Der frei transplantierte autogene invertierte Rundstiellappen	18
3.1.6. Der sekundär durchtrennte Rundstiellappen und invertierte Rundstiellappen	19
3.2. Zwergschwein	19
4.0. Postoperative Betreuung	25
5.0. Auswertung der Lappenplastiken. Darstellung der Gefäßversorgung.	25
5.1. Inspektion und Photodokumentation	25
5.2. Histologie	26
5.3. Gefäßausgußverfahren	26
5.4. Dokumentation durch Operationsmikroskop und Rasterelektronenmikroskop	34

D	Ergebnisse	37
1.0.	Die normale Gefäßversorgung der Haut bei Kaninchen und Schwein	37
2.0.	Die Gefäßversorgung des Rundstiellappens aus der Rumpfhaut des Kaninchens	39
2.1.	Der reguläre Rundstiellappen	39
2.2.	Der primär einseitig durchtrennte Rundstiellappen	42
3.0.	Die Gefäßversorgung des invertierten Rundstiellappens aus der Rumpfhaut des Kaninchens	46
3.1.	Der beidseitig gestielte invertierte Rundstiellappen	46
3.2.	Der primär einseitig durchtrennte invertierte Rundstiellappen	54
3.3.	Der frei implantierte autogene invertierte Rundstiellappen	54
3.4.	Der sekundär beidseits durchtrennte invertierte Rundstiellappen	56
4.0.	Die Gefäßversorgung des invertierten Rundstiellappens aus der Rumpfhaut des Minischweines	56
4.1.	Der invertierte Rundstiellappen	56
4.2.	Der primär einseitig durchtrennte invertierte Rundstiellappen	59
4.3.	Der frei implantierte autogene invertierte Rundstiellappen	59
E	Diskussion	60
1.0.	Vergleichende Feststellungen zur Gefäßversorgung von evertierten und invertierten Rundstiellappen	60
1.1.	Konventioneller Rundstiel: Versorgung aus dem Lappenstiel	62
1.2.	Invertierter Rundstiel: Zusätzliche Lateralversorgung	64
1.3.	Zusätzliche Information aus dem Experiment der Stieldurchschneidung	67
2.0.	Besonderheiten der Gefäßversorgung der Rumpfhaut des Kaninchens	69
2.1.	Die gerichtete GefäßAnordnung entlang des Panniculus carnosus	69
2.2.	Zusätzliche Beobachtungen am Minischwein	70

3.0.	Die methodische Anwendbarkeit von Gefäßfüllung und Korrosion	71
3.1.	Bisherige Untersuchungen im Schrifttum	71
3.2.	Besonderheiten der eigenen Methodik	72
3.3.	Weitere Möglichkeiten für die Grundlagenforschung in der plastischen Chirurgie	76
4.0.	Überlegungen zur Anwendung des invertierten Rundstiel-lappens	78
4.1.	Der invertierte Rundstiel als Wanderlappen	78
4.2.	Erste klinische Anwendung und Ausblick	78
F	Zusammenfassung	79
G	Literaturverzeichnis	82

A Einleitung

Ogleich die plastische und Wiederherstellungschirurgie in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Organrekonstruktionen viele erstaunliche Fortschritte erzielte, sind zum soliden Wiederaufbau eines teilweise oder gänzlich abgetragenen Kehlkopfes bisher nur Ansätze erkennbar. Zwar wurde vielerorts intensiv daran gearbeitet, entsprechende Operationsmethoden zu entwickeln, die zumindest eine Rehabilitation der Stimme erzielen (CONLEY, 1958; ASAI, 1965; MILLER, 1967, 1968; SERAFINI, 1967; MONTGOMERY, 1968; MINNINGERODE, 1969; STAFFIERI, 1969; MAURER, 1971, 1973; v. SCHULTHESS, 1972; STAFFIERI u. SERAFINI, 1976), doch handelte es sich hierbei bisher um Ersatzrekonstruktionen, welche die angestrebten Ziele nur teilweise erreichen können. Denn neben dem Wunsch des Patienten nach Rückgewinnung der Stimme stehen weitere Forderungen, wie z.B. nach der Wiederherstellung einer physiologischen Nasenatmung. Sie wird nämlich durch die radikale Kehlkopfexstirpation insofern völlig aufgehoben, als der Stumpf der Trachea durch die vorderen unteren Halsweichteile direkt nach außen geleitet und dort mit der Haut vernäht wird. Über das so gebildete Tracheostoma, das in vielen Fällen mit einer Kanüle ständig offengehalten werden muß, findet die gesamte Atmung statt. Seit BILLROTH 1873 die erste radikale Laryngektomie durchführte, ist es bisher noch nicht gelungen, nach Totalexstirpation des Kehlkopfes auf das Tracheostoma bzw. die lästige Trachealkanüle zu verzichten.

Ziel unserer Bemühungen müßte es sein, durch plastisch-chirurgische Bildung eines Hohlkörpers mit entsprechender Funktion den physiologischen Aufgaben des Atemwegeingangs mit Schutz- und Stimmfunktion gerecht zu werden.

Ähnlich schwerwiegende Probleme ergeben sich in der radikalen Tumorchirurgie des Halsbereiches nach totaler oder subtotaler Resektion des Hypopharynx und oberen Oesophagus sowie der oberen Trachealabschnitte. Als Grundstein zur Lösung auch dieser rekonstruktiven Auf-

gaben könnte ein mit intakter Innenauskleidung versehener autogener Gewebsschlauch dienen, der eine möglichst große Blutversorgung aus der unmittelbaren Umgebung erhält. Transplantationen von allogenem Material haben bisher versagt. Lediglich in vereinzelt Fällen kann ein Plastikrohr kurzfristig größere Defekte überbrücken.

Es lag auf der Hand, eingerollte gestielte Hautlappen zur Rekonstruktion von Schluckstraßen nach querer Larynx-Pharynx-Resektion (v. HACKER, 1898; DENECKE, 1953; RETHI, 1959) oder zur Bildung eines Luftrohres herbeizuziehen. Entsprechende Nahlappenplastiken sind häufiger ausgeführt worden (WOOKEY, 1948; MILLER, 1967, 1968, 1969; KARLAN, 1968; MONTGOMERY u. TOOHILL, 1968; MONTGOMERY, 1972). Mit Hilfe solcher Lappen stellte ASAI (1965) eine Verbindung zwischen Tracheostoma und Pharynx her, durch welche willkürlich Luft eingepréßt und dadurch eine beschränkte Stimmrehabilitation erreicht werden konnte. Diese Methode oder Modifikationen der ASAI-Technik haben vor allem bei Männern den großen Nachteil, daß durch die Halshauteinstülpung sich das Haarwachstum nach innen richtet, woraus erhebliche Schwierigkeiten entstehen. Ferner eignet sich in vielen Fällen die Halshaut wegen eventueller Voroperationen oder -bestrahlungen nicht für diese Zwecke.

So mußte geeignete, unbehaarte Haut aus anderen Regionen ebenfalls durch Lappenbildung herantransportiert werden (BAKAMJIAN u. LITTLEWOOD, 1963; BAKAMJIAN, 1965; SHERLOCK u. MADDOX, 1969; CONLEY, 1971; LÄMMLI u. FISCH, 1971; McGRAIL u. OLDFIELD, 1971; STELL, 1973; RASCHE, 1976). Über dieses Ziel hinaus verfolgte WIGAND mit seiner Idee eines eingerollten Haut-Wanderlappens gleichzeitig die Absicht, Transportzeit dadurch einzusparen, daß der eingerollte Lappen - der invertierte Rundstiellappen - unter der Hautoberfläche wandern kann, was eine raschere und sichere Vaskularisierung aus der Umgebung, zusätzlich zur Gefäßversorgung über den Lappenfuß, erwarten läßt.

Die Einführung einer speziellen Lappenplastik und ihre Weiterent-

wicklung zu einem Standardverfahren für verschiedene Aufgabenstellungen erfordert eine gründliche experimentelle Prüfung ihrer Eigenschaften, besonders ihrer Belastbarkeit und der Grenzbedingungen. Es erschien deshalb als eine lohnende Aufgabe, den invertierten Rundstiellappen hierauf hin zu untersuchen. In der vorgelegten Schrift wird über eigene tierexperimentelle Untersuchungen der Gefäßversorgung des invertierten Rundstiellappens berichtet. Vor der Darstellung der Resultate muß die eigens entwickelte Methode einer selektiven Darstellung des arteriellen und venösen Gefäßsystems geschildert werden; die Ausarbeitung dieser Methodik stellte einen wesentlichen Anteil dieser Arbeit dar.

Sowohl die Besonderheiten der Kombination von Korrosionstechnik und histologischer Befunderhebung als auch deren Beobachtungen können erst sinnvoll bewertet werden vor dem Hintergrund unserer Kenntnisse vom konventionellen Rundstiellappen (RL). Ein eigenes Kapitel mit dem diesbezüglichen Wissensstand - B Grundlagen der Anwendung von Rundstiellappen - wird daher dem eigentlichen Erfahrungsbericht vorangestellt.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, den invertierten Rundstiellappen (IRL) tierexperimentell grundlegend zu erforschen. Da aufgrund der Erfahrungen mit dem konventionellen Rundstiellappen das Überleben nach der Lappenbildung in erster Linie von der Gefäßversorgung abhängt (MILTON, 1970), galt ihr das besondere Interesse. Dabei erschien es sinnvoll und notwendig, die gleichen Untersuchungsmethoden auch beim Rundstiellappen durchzuführen, um die Ergebnisse mit denen des invertierten Rundstiellappens vergleichen und die bisherigen reichen plastischen Erfahrungen mit in die Erforschung des invertierten Rundstiellappens einbeziehen zu können.

B Grundlagen der Anwendung von Rundstiellappen

1.0. Der konventionelle, extrovertierte Rundstiellappen (RL)

Beim Rundstiellappen handelt es sich um eine Form der Fernlappenplastik, die dann angewendet wird, wenn das zur Deckung großer Defekte notwendige Ersatzgewebe nicht aus der unmittelbaren Nachbarschaft entnommen werden kann, sondern von einer entfernt gelegenen Körperstelle herangeschafft werden muß. Während früher dazu Fernlappen mit offenen Wundflächen verwendet wurden, kommen heute nur noch Lappenbildungen mit einer allseits geschlossenen Hautdecke in Form eines Rundstiellappens in Betracht (HAAS, 1977).

Seinem Wesen nach ist der von FILATOW (1927), GANZER (1917) und GILLIES (1920) eingeführte Rundstiellappen ein Brückenlappen, d. h. ein zweiseitig gestielter, aus Kutis und Subkutis bestehender Lappen, dessen parallel verlaufende Wundränder so miteinander vernäht werden, daß nach Ausrollen der Haut die gesamten offenen Wundflächen in den Lappen verlagert werden. Dadurch können u. a. die Infektionsgefahr und die Gewebsschrumpfung deutlich vermindert werden.

Was die Wahl des Entnahmeortes betrifft, so sind in erster Linie die örtliche Gefäßversorgung und die Verlaufsrichtung der Gefäße zu berücksichtigen. Dabei sollte insbesondere darauf geachtet werden, daß in den Lappen möglichst viele Gefäße einbezogen werden, die parallel zu seiner Achse verlaufen.

Daneben spielt bei der Wahl des Entnahmeortes eines Rundstiellappens, wenn er für die Deckung von Defekten im Gesichtsbereich herangezogen wird, auch Aussehen und Beschaffenheit der vorgesehenen Hautregion eine große Rolle.

Zur Vermeidung von Ernährungsstörungen sollte im allgemeinen klinischen Gebrauch die Länge des zu bildenden Brückenlappens das Drei-

fache seiner Breite nicht überschreiten. Da aus anatomischen Gegebenheiten bei einer Breite über 8 cm die mobilisierten Wundränder unter dem Lappen ohne zu große Spannung nicht mehr adaptiert werden können, darf die Lappenlänge 24 cm nicht überschreiten.

Man kann jedoch im allgemeinen nach 2 Wochen einen Fuß des Rundstiellappens in einem oder mehreren Schritten verlängern.

Kann der Rundstiellappen nach einseitiger Durchtrennung und Drehung im nächsten Schritt den Bestimmungsort nicht erreichen, so ist es möglich, ihn zwischenzeitlich an einem geeigneten Einpflanzungsort spannungsfrei einzunähen und ihn dann schrittweise wandern zu lassen, wozu verschiedene Methoden ausgearbeitet wurden.

1.2. Allgemeine Eigenschaften

Die Eigenschaften und Vorzüge des Rundstiellappens wurden erstmals umfassend von SCHUCHARDT in seiner Monographie 1944 ausgearbeitet. Neben einer geringen Schrumpfungstendenz und Infektionsneigung besteht eine weitgehende Unempfindlichkeit gegen Torsion und Knickung. Auffallend ist vor allem die Genügsamkeit des Rundstiellappens hinsichtlich seiner Ernährung, die sich insbesondere darin zeigt, daß der Lappen bei Beachtung bestimmter chirurgischer Regeln zuverlässig und relativ rasch an dem neuen Bestimmungsort zur Einheilung gebracht werden kann. Dabei ist es möglich, die einzelnen Phasen einer Rundstiellappen-Plastik zu unterbrechen und zeitlich zu trennen, was bedarfsweise eine zwischenzeitliche Entlassung aus dem Krankenhaus ermöglicht. Jedoch muß bei diesen Formen zumindest mit einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 5 bis 8 Monaten (STRANC, 1965) gerechnet werden.

1.3 Untersuchung der Gefäßversorgung

1.3.1. Morphologische Methoden

Die Wichtigkeit der Gefäßversorgung für den Rundstiellappen drückt sich in dem großen Interesse vieler Autoren aus, mit welchem sie zahlreiche Untersuchungsmethoden zur Erforschung der Vaskularisation und Durchblutung eingesetzt haben. Zum besseren Verständnis der dabei auftretenden Probleme seien die gebräuchlichsten Methoden sowie ihre Möglichkeiten und Grenzen kurz aufgezeigt.

Reine histologische Untersuchungen zur Klärung der Gefäßversorgung von Rundstiellappen wurden wegen der mühsamen und ungenügenden dreidimensionalen graphischen Darstellung anhand von Serienschnitten nur selten durchgeführt. Vielmehr kommen sie in Kombination mit anderen Methoden zur Anwendung.

So führte in neuerer Zeit besonders LENTRODT (1969) eingehende Untersuchungen mit Gefäßinjektionen von blaugefärbten Gelatinegemischen und anschließender Aufhellung des umgebenden Gewebes nach der Methode von SPALTEHOLZ durch. Danach wurden die Präparate in voller Dicke mit der binokularen Lupe untersucht und anschließend in Rasiermesserschnitte zerlegt, um Überlagerungen der Gefäße auszuschalten und Einzelheiten besser erkennen zu können. Dabei stellt sich das gesamte Gefäßsystem einheitlich kontrastiert dar, so daß eine Unterscheidung zwischen arteriellem und venösem Gefäß nicht möglich ist. Auch der räumliche Verlauf der Gefäße zueinander und zur Längsachse des Lappens kann nur aufgrund von Summationsbefunden erstellt und schematisch aufgezeigt werden.

Auch mittels der Angiographie ist weder eine arterio-venöse Differenzierung noch eine dreidimensionale Beurteilung möglich, sondern durch Überlagerungseffekte sogar erschwert. Dennoch brachten diese radiographischen Untersuchungen (ZBYLSKI et al., 1965; CONWAY et al., 1949, 1953; de HAAN u. STARK, 1958; STARK u. de HAAN, 1959), die oft

mit histologischen Methoden (BRAITHWAITE, 1951, 1952; BELLMANN et al., 1959, 1964) oder Aufhellungsverfahren (GERMANN et al., 1933) kombiniert wurden, viele morphologische Informationen.

De HAAN u. STARK (1957) und STARK u. de HAAN (1959) untersuchten den Einfluß von Histamin^R auf das Gefäßsystem des Rundstiellappens mit Hilfe der Arteriographie und eines Ausgußverfahrens mit Vinylacetat. Die von den erwähnten Autoren angefertigten Korrosionspräparate mußten jedoch unvollständig bleiben, da die Injektion lediglich durch Punktion eines in der Nähe des Rundstiellappens aufgesuchten größeren "Gefäßes" erfolgte.

1.3.2. Funktionelle Methoden

Bisher sind zahlreiche klinische und experimentelle funktionelle Untersuchungsmethoden - von denen die wichtigsten kurz erwähnt werden sollen - entwickelt worden, um die Belastbarkeit des Rundstiellappens zu testen.

Subjektive klinische Untersuchungen, wie die Beurteilung der Hautfarbe (HYNES, 1950), der postoperativen, vorwiegend durch Lymphstauung bedingten Induration des Rundstiellappens, durch Palpation (GRAY, 1938, 1939; BELLMANN et al., 1958, 1959), der Heilung der Wundränder (CRAWFORD, 1965), des Längenwachstums der Haare (DOUGLAS et al., 1943; CONWAY et al., 1949), der Blutung der Hautschnitte (CLIMO, 1951) können die Vitalität der Lappen nur ungenügend erfassen.

Diese Formen der klinischen Beurteilung lassen jedoch nur grob orientierende Aussagen zu. Auf der Suche nach objektiven Untersuchungsmethoden lag es nahe, die Durchschneidung des Lappenstiels zu simulieren, indem der Ort der Durchtrennung des Rundstiellappens zunächst einmal mechanisch komprimiert wurde. SCHUCHARDT (1944), MAY (1947), BROADBENT et al. (1953), KITLOWSKI (1954) führten die mechanische Drosselung mit Gummibändern und -schläuchen

oder speziell entwickelten Klemmen durch. Dadurch konnten die Untersucher beobachten, ob proximal von der Drosselungsstelle eine ausreichende Ernährung bestand, was aus der Veränderung der Hautfarbe und Temperatur sowie Schnelligkeit der Rückbildung dieser Veränderung nach Entlastung geschlossen wurde.

Ein wesentlicher Faktor waren dabei die Blutdruckverhältnisse im Rundstiellappen. Blutdruckmessungen wurden von MYERS (1969), DOUGLAS u. BUCHOLZ (1943) mittels Blutdruckmanschetten und Thermoelementen, MUIR et al. (1968) mit zusätzlichem Photoplethysmograph erforscht. Die Vaskularität des Rundstiellappens wurde weiterhin von BROWN et al. (1969) durch Temperaturmessungen mit thermoelektrischen Elementen und dem Fluvograph untersucht. Thermographie, wobei die Infrarotstrahlung der Hautlappen gemessen wird (BLOOMENSTEIN, 1968) und die Kristallographie, wobei Cholesterinkristallsuspensionen verwendet werden, die bei Temperaturschwankungen mit Farbwechsel reagieren, wurden als zusätzliche Methode der Hauttemperaturmessung beim Rundstiellappen angegeben (HOEHN u. BLINKERT, 1971; DIETRICH et al., 1972). Sämtliche Temperaturmessungen (CONWAY et al., 1949; WINSTEN et al., 1961) beruhen auf der Beziehung zwischen Durchblutung des Lappens und der Temperatur seiner Hautoberfläche. Diese kann jedoch durch zusätzliche Faktoren wie Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit u.a. beeinflusst werden. Obgleich exakte Temperaturmessungen möglich sind, können sie deshalb in der Klinik nur als orientierende Richtwerte gelten.

Photoelektrische Untersuchungen müssen mit teilweise recht aufwendigen Apparaten durchgeführt werden, welche die Durchblutung registrieren, wobei die arterio-venösen Anastomosen die gewünschten Daten verfälschen können.

Bei den pharmakologischen Untersuchungen zur Klärung der Durchblutungsverhältnisse im Rundstiellappen wurde eine ganze Reihe klinisch und pharmakologisch wirksamer bzw. nachweisbarer Stoffe zur Untersuchung herangezogen. Viele von ihnen waren einfach in der An-

wendung und erforderten keine speziellen Geräte. Sie hatten jedoch eine Anzahl von Nachteilen, erforderten u.a. einen großen Zeitaufwand, setzten im Lappen manchmal kleine Verletzungen, waren oft schwierig zu analysieren und zu deuten. Aus diesen Gründen kamen der intrakutane Salzlösungsquaddeltest (McCLURE u. ALDRICH, 1923; STERN u. COHEN, 1926; CONWAY et al., 1949), der Atropintest (HYNES, 1956), der Adrenalinintest (HYNES, 1957), der Nikotinsäure-Epinephrintest nach OLANDER (1950) und der Histamintest (CONWAY et al., 1951) zu keiner großen klinischen Verbreitung, obgleich sie mit zur weiteren Abklärung beitragen konnten.

Die Untersuchungen mit Vitalfarbstoffen (LANGE u. BOYD, 1942, 1944; DINGWALL u. LORD, 1943; HYNES, 1948; CONWAY et al., 1949; HYNES u. MCGREGOR, 1949, 1950; MYERS u. CHERRY, 1966; MILTON, 1969; TEICH-ALASIA, 1971) beruhen auf der Tatsache, daß nach intravasaler Injektion eine schnelle, gleichmäßige Verteilung auch in der extrazellulären Gewebsflüssigkeit erfolgt. Bei gestörter Zirkulation wird der Abtransport der Farbstoffe aus diesen Räumen verzögert und kann dann u.a. durch UV-Licht sichtbar gemacht werden. HYNES (1948) wies darauf hin, daß durch den Fluoreszintest nur die arterielle Durchblutung geklärt werden kann, während der venöse Abfluß unberücksichtigt bleibt.

Weniger belastend für den Patienten ist dagegen die Anwendung der Isotopenmarkierung zur Untersuchung der funktionellen Leistungsfähigkeit des Gefäßsystems im Rundstiellappen. Weitere Vorteile liegen in den einfachen Untersuchungsmethoden und den schnell zu erstellenden und reproduzierbaren quantitativen Testversuchen. Die Nachteile bestehen in dem großen apparativen und teuren Aufwand sowie der Anschaffung der Isotopen.

Obgleich diese Methode nicht nur die lokale Blutzirkulation erfaßt, sondern insbesondere auch von intrazellulären Austauschvorgängen und vom Lymphtransport abhängt, wurde sie dennoch häufig angewendet. EICHLER et al. (1951), CONWAY et al. (1951), BARRON u. VEALL (1952), BARRON et al. (1952, 1953), BRAITHWAITE et al. (1952, 1960), HOFFMEISTER

(1957,1959) HAUSER et al. (1961) benutzten radioaktives Natrium, DOUGLAS u. MENEELY (1957) verwendeten zum gleichen Zweck radioaktives Jod, OHMORI u. KURATA (1960) radioaktiven Phosphor, SEJRSEN (1969) radioaktives Xeonon, SCHNUR et al. (1969) und TAUXE et al. (1970) Technetium 99.

Stoffwechseluntersuchungen, insbesondere die Bestimmung des pH, der PO_2 - und PCO_2 - Anteile des Kapillargebietes und des Gewebes gewinnen in neuerer Zeit durch immer feiner werdende Instrumente und Methoden an Bedeutung (KLINGENSTRÖM u. NYLEN, 1966; GLINZ u. CLODIUS, 1972; MYERS et al., 1972; GURTIE et al., 1972). Die Überlegenheit dieser Meßmethode besteht darin, daß sie die Zirkulationsverhältnisse an ihrer periphersten und kritischsten Stelle erfaßt, nämlich im Bereich der zellulären Perfusion. Die Nachteile liegen in einem enormen Aufwand an Geräten, Zeit und Geld. Außerdem können durch das Einbringen der Meßelektroden in das Gewebe Verletzungen entstehen und somit die Stoffwechselzirkulation verändert werden.

1.3.3. Experimentelle und klinische Befunde

Schon frühzeitig wurde angenommen, daß durch die Bildung eines Rundstiellappens es zu einer Änderung der Blutversorgung, eventuell sogar zu einer Änderung des Gefäßmusters kommt. Die klinischen Beobachtungen bauten dabei auf die Erfahrungen bei der Umschneidung gestielter Weichteillappen, wie sie von PERTHES (1917) und BLAIR (1921) durchgeführt wurden. So nahm WOLOSCHINOW (1925) zunächst an, daß sich im Rundstiellappen ein eigenes Gefäßsystem entwickle, wohingegen v. SEEMEN (1936) eine Gefäßneubildung verneint.

GERMAN et al. (1933) kamen zu der Überzeugung, daß arterielle Gefäßmuster im frisch gebildeten Rundstiellappen sich zunächst ohne Gesetzmäßigkeiten bilden. Bereits nach 24 Stunden sei jedoch eine beginnende Orientierung der kleinen Gefäße parallel zur Längsachse des Rundstiellappens festzustellen. Dieser Vorgang werde begleitet von einer Vermehrung und Vergrößerung kleinerer Arterien im Bereich der subdermalen Plexus.

Was den Zeitraum von der operativen Formung bis zur Ausbildung einer vollständigen Blutzirkulation betrifft, so schwanken die Angaben je nach Untersuchungsobjekt und Methode zwischen 9 Tagen und 4 Wochen EICHLER et al., 1951; CONWAY et al., 1951; BARRON u. VEALL, 1952; BARRON et al., 1952, 1953; BRAITHWAITE et al., 1952, 1960; HOFFMEISTER, 1957; HAUSER et al., 1961; DOUGLAS u. MENEELY, 1957; OHMORI u. KURATA, 1960; SEJRESEN, 1969; SCHNUR et al., 1969; TAUXE et al., 1970).

Während DOUGLAS u. BUCHOLZ (1943) zu der Überzeugung kamen, daß bereits nach 7 Tagen eine ausreichende Durchblutung des Rundstiellappens vorhanden ist, nehmen DINGWALL u. LORD (1943), CONWAY et al. (1949), HYNES u. MCGREGOR (1950) 7 bis 11 Tage an.

CONWAY et al. (1949) glaubten, an Kaninchen ein zentrales Gefäß nachweisen zu können, das sich bereits am 10. postoperativen Tag in der ganzen Länge des Rundstieles ausgebildet habe. Die histologischen Untersuchungen ergaben, daß zwischen dem 10. und 19. Tag nach der Rundstiellappen-Bildung keine nennenswerte Zunahme der Vaskularisation erfolgt, während eine solche nach 34 Tagen hauptsächlich im Bereich kleinerer Gefäße auffällig in Erscheinung trat.

Im Gegensatz hierzu fanden de HAAN u. STARK (1958) sowie STARK u. de HAAN (1959) die stärksten Gefäßveränderungen während der zweiten postoperativen Woche, wobei neben einer Gefäßhypertrophie eine Längenzunahme der Gefäße beobachtet werden konnte, die sich in einem geschlängelten Verlauf manifestierte. Diese Zunahme bildete sich nach der zweiten Woche wieder zurück.

BELLMANN u. VELANDER (1960) konnten keine Gefäßentwicklung parallel zur Längsachse des Rundstiellappens nachweisen. Dies ist aber sicher auf die Tatsache zurückzuführen, daß bei ihren experimentellen Versuchen an Kaninchenlöffeln von vorneherein ein größeres Gefäß im Rundstiel enthalten war.

BRAITHWAITE (1951, 1952) beschrieb die Veränderungen im Bereich der venösen Gefäße, die nach der Rundstiellappen-Bildung auftreten. Er gelangte zu der Überzeugung, daß zwar eine Reduzierung in der Gesamt-

zahl der normalerweise sehr feinen venösen Gefäße zu finden sei, dafür aber der Durchmesser der dermalen Venenplexus eindrucksvoll zunehme. Hierdurch komme es zu einer Verminderung des Strömungswiderstandes, wodurch der venöse Abfluß erheblich vermehrt werde.

Aufgrund der klinischen und experimentellen Erfahrungen scheinen die meisten Untersucher der Überzeugung zu sein, daß nach einem zeitlichen Intervall, d. h. nach Abschluß der Ausbildung eines eigenen Gefäßsystems, optimale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Lappenverpflanzung gegeben seien.

GERMANN et al. (1933) haben diesen Zeitpunkt nach 14 Tagen, CONWAY (1952) nicht vor dem 14. bis 18. Tag, BELLMANN u. VELANDER (1959) nicht vor der 3. Woche nach der Rundstiellappen-Bildung festgelegt.

Die ersten Zeichen einer Blutzirkulation über einen verpflanzten Lappenfuß wurden zwischen dem 4. und 7. postoperativen Tag registriert. DINGWALL u. LORD (1943), HYNES (1948), CONWAY et al. (1949), HYNES und MCGREGOR (1949, 1950) nehmen an, daß im allgemeinen 29 bis 35 Tage vergehen, bevor eine normale Zirkulation über die neu eingewachsenen Gefäße dieses Lappenfußes gewährleistet ist.

In der Zwischenzeit tritt im anderen Lappenfuß, der die volle Ernährung übernehmen muß, nach NEUMANN u. WEDEL (1953), BROWN u. McDOWELL (1958) sowie KAZANJIAN u. CONVERSE (1959) eine Zunahme bzw. Änderung der Gefäßstruktur auf, was hingegen VELANDER weder nach einseitiger Durchtrennung noch - im Gegensatz zu BROWN u. McDOWELL, KAZANJIAN u. CONVERSE sowie LENTRODT (1969) - nach der Umschneidung eines Lappenfußes beobachtete. Vielmehr hält VELANDER nur dann die Umschneidung für indiziert, wenn die Verpflanzung zwischen dem 6. und 8. Tag erfolgt. Andernfalls würde sich die zwischenzeitlich verbesserte Gefäßsituation ebenso schnell wieder zurückbilden.

Ebenso wie über das Verhalten der Gefäße im Rundstiellappen keine einheitlichen Vorstellungen bestehen, so existieren zum Teil sehr komplizierte Theorien über die Ursachen der Gefäßumbildung. Während HYNES (1951) annimmt, daß sich die Gefäße aufgrund der Unterbrechung der sympathischen Gefäßnerven erweitern, glauben BELLMANN u. VELANDER (1959, 1960), daß bei der Bildung des Rundstiellappens am Kaninchenlöffel auftretende Entzündungsreaktionen sowie hämodynamische Kräfte Einfluß auf das Gefäßsystem nehmen.

Andere Autoren nehmen rein metabolische Ursachen für eine Gefäßdilatation und eine größere Gefäßdicke an, was STARK (1956) sowie STARK u. de HAAN (1959) mittels Histaminiontophorese tierexperimentell nachweisen konnten.

Hingegen stellen BRAITHWAITE et al. (1960) eine sehr hypothetische Annahme auf, wonach zwei unbekannte Substanzen an unterschiedlichen Stellen ansetzen und sowohl zu einer Erweiterung als auch Vermehrung der arteriellen Gefäße führen.

Präzisere Vorstellungen herrschen über die Ursachen von Heilungsstörungen nach der Lappenbildung, die in erster Linie bei einem ungünstigen Längen- Breitenverhältnis auftreten, das nach DUFOUR-MENTEL u. MOULY (1959) 1,5 : 1, nach CORSO (1972) 4 : 1 und nach SMITH (1973) im Falle eines Arterienlappens 8 : 1 nicht überschreiten darf. Weiterhin hängt die Überlebenschance des Lappens von seiner Dicke (CLODIUS et al., 1972), von postoperativen Ödemen, Thrombosen, Infektionen und Stress-Situationen (GOULIAN, 1967; PALMER, 1972), seines arteriellen Zuflusses (MILTON, 1970) sowie venösen Abflusstauungen (SUNDELL, 1964; DENECKE, 1968) ab.

Zur Verbesserung der Blutversorgung verwenden HÄRTWIG et al. (1975) Trental und Rheomacrodex, weil dadurch die Gerinnungsfähigkeit des Blutes und somit die Thrombosegefahr vermindert werden (SCHJELDERUP, 1969).

2.0. Der invertierte Rundstiellappen (IRL)

Während eine äußerst umfangreiche Literatur über den Rundstiellappen existiert, ist über den invertierten Rundstiellappen, so wie er hier untersucht werden soll, im Schrifttum keine Mitteilung zu finden.

Zwar kommen einwärts gedrehte Hautlappen, wie sie z. B. zur Rekonstruktion des Oesophagus (BAKAMJIAN et al., 1969; CONLEY, 1970; MAURER, 1971; TARDY, 1972; STELL, 1973; RASCHE, 1976), von Teilen der Ohrmuschel und der retroauriculären Regionen (GILLIES, 1948) und der Urethra (MUSTARDE, 1954; GELB et al., 1959) angewendet werden, dem Prinzip des invertierten Rundstiellappens nahe, jedoch sind diese Lappen nur einseitig gestielt, verlaufen nicht in allen Fällen auf der gesamten Strecke unter der Haut und sind primär nicht als Wanderlappen konzipiert worden.

Das Prinzip des invertierten Rundstiellappens besteht hingegen darin, daß zwar die Hautschnitte in derselben Weise wie beim konventionellen Rundstiellappen angelegt werden, daß aber dann der doppelt gestielte Hautschlauch nicht auswärts-, sondern eingerollt wird, so daß die Epidermis nun die Innenauskleidung bildet und die Wundfläche nach außen zu liegen kommt. Diese wird jedoch nicht der Luft ausgesetzt, sondern kommt durch den primären Verschluß der äußeren Wundränder über dem eingerollten Lappen unter die mobilisierte Haut zu liegen. Dadurch wird die gesamte Wundfläche in den Körper integriert, so daß der invertierte Rundstiellappen lediglich durch seine Öffnungen im Bereich der ernährenden Lappenfüße mit der äußeren Umgebung in Verbindung steht, was sicherlich die Infektionsgefahr des Lappens herabsetzt und seine Ernährung verbessern soll.

Die Überlegungen zur Anwendung dieser Lappenform gehen ferner dahin, Ersatzgewebe mit möglichst guter Blutversorgung in Bereiche des Halses, die oft voroperiert oder vorbestrahlt sind und deshalb nicht für ausreichende Ernährung sorgen können, zu bringen, wo der Hautlappen als Hohlorgan Verwendung finden oder auch wieder entfaltet zur planen Defektdeckung benutzt werden könnte.

Ziel dieser Studie sollte sein, die für das Überleben des invertierten Rundstiellappens entscheidende Vaskularisation im Tierversuch zu erforschen. Dabei konnte nicht auf experimentelle Voruntersuchungen zurückgegriffen werden. Bisher bestehen lediglich klinische Erfahrungen von eingedrehten, relativ großangelegten Nahlappen.

Beim Studium der Literatur über die Vaskularisation und Durchblutung des seit 1917 angewendeten Rundstiellappens, der mit dem invertierten Rundstiellappen die Anlage von zwei Lappenfüßen gemeinsam hat, zeigte sich, daß die zahlreichen Untersuchungsmethoden in ihrer Aussagekraft recht unterschiedlich sind. Dennoch erscheinen die klinischen und experimentellen Erkenntnisse über den Rundstiellappen für das Verständnis des invertierten Rundstiellappens von großem Nutzen; es schien deshalb sinnvoll, den Rundstiellappen mit in die Untersuchungen des invertierten Rundstiellappens einzubeziehen.

Da jedoch keine der beschriebenen Methoden für die Auswertung des invertierten Rundstiellappens geeignet erschien, wurde mit einem eigens entwickelten Verfahren versucht, besonders folgende primär interessierende Fragen zu beantworten:

- a) Wie verhalten sich die Gefäße nach Bildung des Rundstiellappens bzw. invertierten Rundstiellappens?
- b) Kommt es zu einer Umbildung oder Neubildung von Gefäßen?
- c) Kommt es zu einer Änderung des räumlichen Gefäßmusters beider Lappen im Verlauf der Einheilung?
- d) Worin unterscheiden sich die Gefäßmuster beider Lappenformen, welche Aussagen können mit der dreidimensionalen Ausgußmethode des Rundstiellappens gemacht werden und wie lassen sie sich mit den bisherigen Erkenntnissen vergleichen?
- e) Wie können die arteriellen und venösen Systeme getrennt dargestellt werden und wie unterscheiden sie sich?
- f) Wie verhält sich das Gefäßsystem nach einseitiger oder doppelseitiger primärer oder sekundärer Durchtrennung, wann und in welcher Form kommt es zu einem erneuten Gefäßanschluß?
- g) Welche angio-architektonischen Unterschiede bestehen zwischen beiden Lappenformen und wie kann das spezifische Gefäßmuster des invertierten Rundstiellappens am besten für die klinische Anwendung genutzt werden?

C Material und Methode

1.0. Auswahl der Tiere

Als Versuchstiere dienten erwachsene weiße Neuseeländer-Kaninchen beiderlei Geschlechts mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 3 bis 4 kg. Um vergleichbare Ausgangsbefunde zu gewährleisten, wurden nur genetisch möglichst homogene Tiere aus der Hunsrucker Versuchstierzucht in Kreussen bezogen. Für Vorversuche wurden rote Zwergkaninchen und Ratten verwendet. Weiterhin erfolgte eine Versuchsreihe mit Zwergschweinen aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Universität Göttingen. Diese Tiere, die in anatomischer und physiologischer Hinsicht ganz dem normal gebauten Hausschwein gleichen, jedoch nur kleiner im Körperwuchs sind, werden speziell zu Versuchs- und Laboratoriumszwecken gezüchtet. Im Rahmen dieser Versuchsreihe sind insgesamt 2 Zwergschweine und 89 Kaninchen untersucht worden. An 64 Kaninchen wurden die verschiedenen oben beschriebenen Lappenformen angelegt, bei 25 Kaninchen erfolgten vorbereitende Studien der Methodik sowie der Anatomie der Hautgefäße. Zusätzlich wurden 10 Ratten zu Vorversuchen herangezogen.

2.0. Anästhesie

Die Prämedikation der Kaninchen erfolgte zunächst mit Ketanest i.m. ca. 10 mg/kg Körpergewicht je nach Bedarf in mehreren Portionen bis zu einer maximalen Gesamtdosis von 150 mg. Etwa 10 Minuten nach der ersten intramuskulären Injektion wurden die Tiere im gesamten Stammbereich einer Seite mit einer handelsüblichen Schermaschine für Haustiere geschoren. Danach wurde die intravenöse Narkose mit Nembutal eingeleitet, wobei die gesamte Dosis je nach Wirkung auf 25 mg/kg Körpergewicht bemessen war.

Die Gesamtnarkosedauer betrug mit Sedierungsphase im Durchschnitt 120 Minuten.

Bei den Zwergschweinen erfolgte die Prämedikation mit Ketanest 50 mg i.m. und die Narkose als Valium-Ketanest-Infusion über eine Ohrvene mit einer Dosierung je nach Bedarf. Die Zeitdauer der Operation von 30 bis 40 Minuten machte keine Intubation erforderlich.

3.0. Bildung der Hautlappen

Bei der Bildung der nachstehend beschriebenen Hautlappen wurde in Anbetracht der vergleichenden Untersuchungen darauf geachtet, daß an topographisch übereinstimmenden Regionen immer die gleiche Lappengröße bei einheitlicher Operationstechnik angelegt wurde. Alle Lappen waren doppelt gestielt, in einer beschränkten Anzahl der Fälle erfolgte zusätzlich die primäre oder sekundäre Durchtrennung und Wiedervernähung eines Lappenfußes. In konsequenter Durchführung verschiedener Varianten der primären Gefäßversorgung der Lappen wurden auch einzelne invertierte Rundstiellappen nach einer Einheilungsphase an beiden Stielenden durchtrennt und sofort wieder aneinander gefügt, bzw. primär beidseits durchtrennt und frei auf der korrespondierenden Gegenseite des Stammes unter die Haut implantiert.

Im einzelnen kamen folgende Hautlappen zur Anwendung:

3.1. Kaninchen

3.1.1. Der konventionelle Rundstiellappen (RL):

Nach Anlegen zweier im Abstand von 5 cm parallel verlaufender, 10 cm langer Hautschnitte (Abb. 1; S. 20) erfolgte die Bildung eines Rundstiellappens, wobei seine Wundfläche unter Einbeziehung des Panniculus carnosus in den Lappen versenkt wurde. Die darunter gelegenen Hautränder wurden ebenfalls vernäht, so daß der Rundstiellappen wie eine Brücke darüber zu liegen kam (Abb. 2; S.20).

3.1.2. Der primär einseitig durchtrennte Rundstiellappen :

Nach Bildung eines konventionellen Rundstiellappens erfolgte zusätzlich am kranialen Ende des Lappens die quere Durchtrennung des Stieles und die sofortige Wiedervernähung der entstandenen Wundränder mit Einzelknopfnähten.

3.1.3. Der invertierte Rundstiellappen (IRL) :

Nachdem die 10 cm langen, im Abstand von 5 cm parallel verlaufenden Hautincisionen in gleicher Weise wie beim Rundstiellappen angelegt waren und der Lappen unterhalb des Panniculus carnosus im Bereich der Verschiebeschichten unterminiert wurde (Abb. 3; S. 21), erfolgte die Bildung eines Schlauches durch Einwärtsrollung der Hautbrücke, wodurch die Epidermis zur Innenauskleidung des Hautschlauches wurde (Abb. 4,5; S. 21,22). Durch die anschließende Mobilisation und Vernähung der verbliebenen Hautwundränder über dem Hautschlauch (Abb. 6; S. 22) kam der Rundstiellappen als Tunnel unter die Haut zu liegen, so daß nur noch seine beiden Öffnungen zu sehen waren (Abb. 7; S. 23).

3.1.4. Der primär einseitig durchtrennte invertierte Rundstiellappen :

Die Bildung dieses Lappens erfolgte wie bei 3.1.3., nur daß zusätzlich ein Lappenstiel primär durchtrennt und an seiner ursprünglichen Stelle wieder vernäht wurde (Abb. 8, 9,; S. 23,24).

3.1.5. Der frei transplantierte autogene invertierte Rundstiellappen :

Nach Bildung des invertierten Rundstiellappens in typischer Weise (s.3.1.3.) wurden beide Füße durchtrennt, an ihren korrespondierenden Stellen auf der Gegenseite zwei Hautincisionen sowie eine sie verbindende Untertunnelung vorgenommen, in welche der Hautschlauch unterhalb des Panniculus carnosus dann zu liegen kam. Nach Vernähung der Lappenenden mit den Hauträndern der Incisionen mündete das Lumen des Schlauches beidseits wieder nach außen.

3.1.6. Der sekundär durchtrennte konventionelle Rundstiellappen und invertierte Rundstiellappen :

Nach unterschiedlicher Einheilungsdauer erfolgte in regelmäßigen zeitlichen Abständen an fünf Rundstiellappen die einseitige Stiel-durchtrennung, an acht invertierten Rundstiellappen eine einseitige (Abb. 10; S. 24) und an einem invertierten Rundstiellappen die doppel-seitige Durchtrennung, die in allen Fällen an der durchtrennten Stelle sofort wieder vernäht wurden.

Die gebildeten Lappen beim Kaninchen enthielten alle den Panniculus carnosus mit dem Gefäßsystem, das mit bloßem Auge gut zu erkennen war und möglichst quantitativ ausgezählt wurde (Abb. 3; S. 21).

3.2. Untersuchungen an Zwergschweinen :

Bei zwei Zwergschweinen wurden im zeitlichen Abstand von 4 Monaten jeweils in der Mitte einer Flankenseite in streng ventro-dorsaler Richtung insgesamt 4 invertierte Rundstiellappen angelegt, davon 2 mit einer primären Durchtrennung ihres dorsalen Fußes. Ein Lappen ist als invertierter Rundstiellappen ohne Durchtrennung angelegt worden, der 4. wurde als freier Lappen auf der Gegenseite implantiert. Alle 4 Lappen hatten eine Länge von 18 cm und eine Breite von 6 cm und wurden unter Ausdünnung einer 2 bis 4 cm dicken subkutanen Fettschicht nach dem oben beschriebenen Prinzip eingerollt und unter die Haut versenkt.



Abb. 1 : Bildung des konventionellen und invertierten Rundstiellappens:
1. Schritt: Anlegen zweier im Abstand von 5 cm parallel ver-
 laufender, 10 cm langer Hautschnitte.

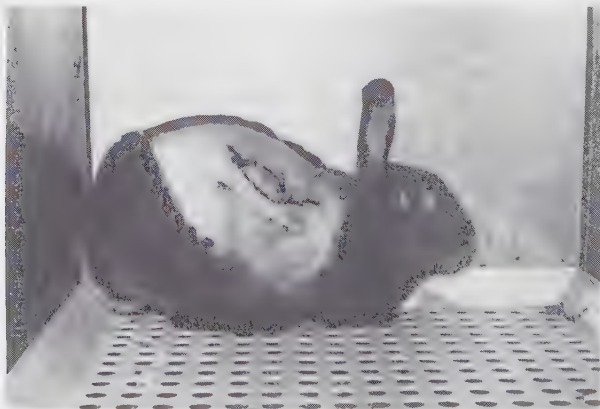


Abb. 2 : 2 Tage alter konventioneller Rundstiellappen, der henkelförmig
 über der vernähten Haut liegt.

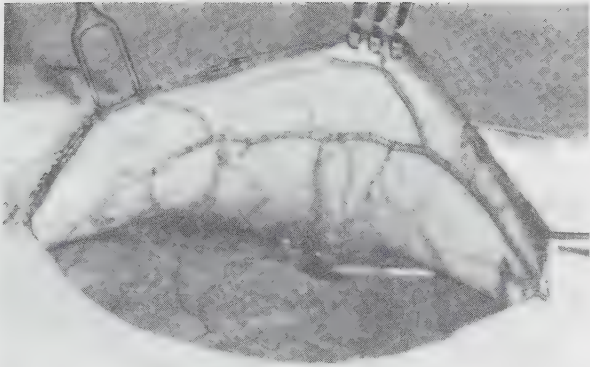


Abb. 3: Bildung des konventionellen und invertierten Rundstiellappens:
2. Schritt: Ablösung des im 1. Schritt (Abb. 1) angelegten
Brückenlappens von seiner Unterlage. Blick von
unten auf den Hautmuskel (Panniculus carnosus)
des Lappens.

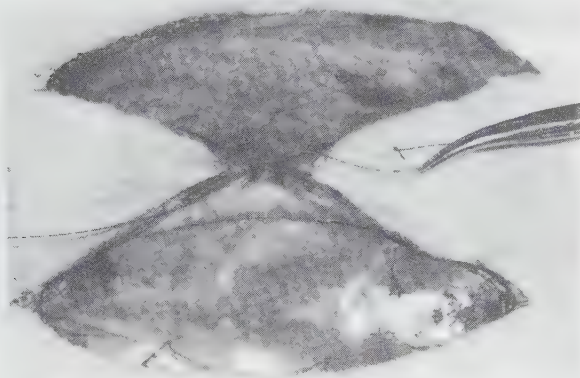


Abb. 4: Bildung des invertierten Rundstiellappens:
3. Schritt: Anlegen eines Hautschlauches durch Einwärtsrollung
der Hautbrücke und Vernähung ihrer Ränder, wodurch
die Epidermis zur Innenauskleidung wird.

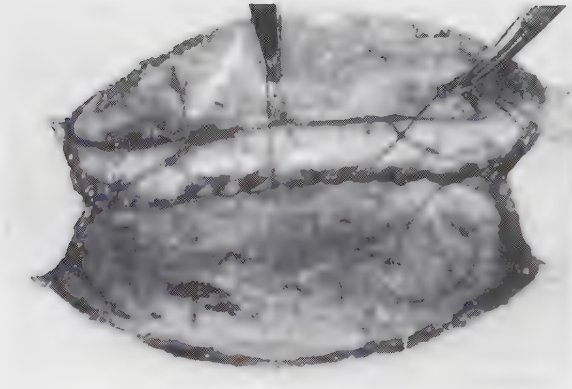


Abb. 5 : Bildung des invertierten Rundstiellappens:
3. Schritt : Vollständig angelegter Hautschlauch.

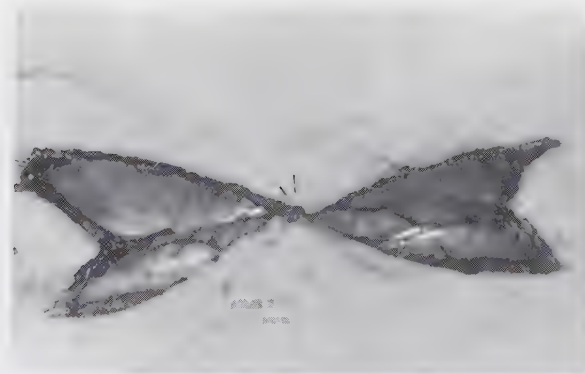


Abb. 6 : Bildung des invertierten Rundstiellappens:
4. Schritt : Versenkung des Hautschlauches unter die Haut durch
Vernähung der verbliebenen Hautwundränder über dem
Hautschlauch.

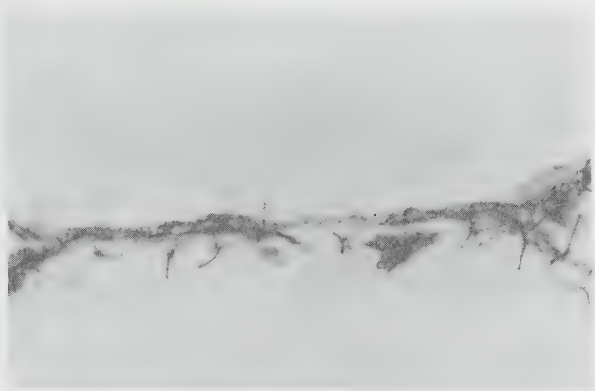


Abb. 7: Bildung des invertierten Rundstiellappens:
4. Schritt: Nach vollendetem Wundverschluß liegt der invertierte Rundstiellappen wie ein Tunnel unter der Haut, so daß nur noch seine beiden Öffnungen zu sehen sind.

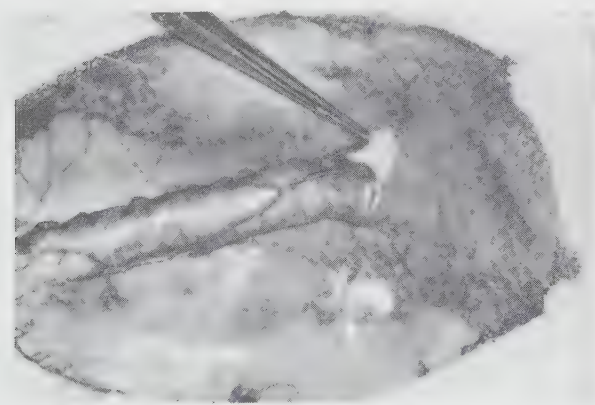


Abb. 8: Bildung des primär einseitig durchtrennten invertierten Rundstiellappens:
4. Schritt: Nachdem der Hautschlauch vollständig angelegt ist (Abb. 5), erfolgt die Durchtrennung eines Lappenfußes.



Abb. 9 : Bildung des primär einseitig durchtrennten invertierten Rundstiellappens:
5. Schritt: Einnähen des Stiels an seiner durchtrennten Stelle.
6. Schritt: Versenkung des Hautschlauches durch Vernähen der verbliebenen Hautwundränder.

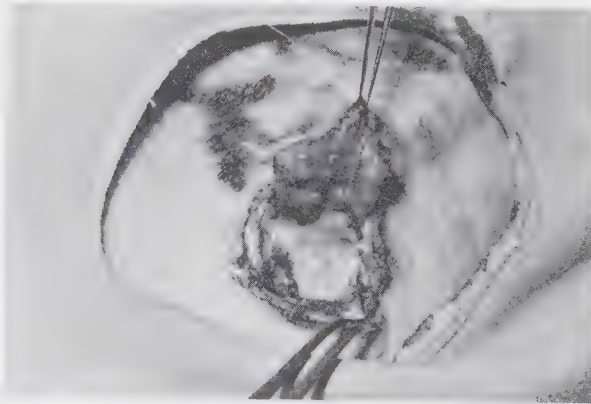


Abb.10 : Sekundäre Durchtrennung eines Fußes des invertierten Rundstiellappens:
Nach Einheilung des invertierten Rundstiellappens wird ein Lappenstiel zirkulär durchtrennt, so daß es zur Unterbrechung des gesamten arteriellen Zuflusses und venösen Abflusses dieser Seite kommt.
Der durchtrennte Stiel wird mit einer Pinzette etwas herausgezogen und nach oben gehalten.

4.0. Postoperative Betreuung

Die zwei untersuchten Zwergschweine wurden in Einzelboxen über insgesamt 6 Monate gehalten und jeweils zweimal in dieser Zeit operiert. Bei der postoperativen Betreuung mußten die Tiere einige Male sediert werden. Der Heilverlauf war teilweise durch Scheuern der Tiere an den Stallwänden oder durch Infektionen gefährdet. Beide Zwergschweine wuchsen in der Zwischenzeit heran, nahmen um ca. 10 kg zu und wogen am Ende der Versuche 20 kg bzw. 30 kg.

Die Kaninchen waren in geräumigen Einzelboxen untergebracht und wurden mit handelsüblichem Mischfutter versorgt. Die Verweildauer in den Käfigen postoperativ betrug zwischen 3 Tagen und 3 Monaten, in dieser Zeit nahmen die Tiere teilweise bis zu 1 kg an Gewicht zu. Durch Bildung von Schuppengeschwülsten, Kratzverletzungen und Entzündungsherden wurden bei 11 Rundstiellappen und invertierten Rundstiellappen derart starke Verletzungen gesetzt, daß die Tiere nicht für eine Untersuchung mit der nachstehend beschriebenen Korrosionstechnik geeignet waren (Tab. 1; S.40). Bestanden lediglich nur leichte bis mäßige mechanische oder entzündliche Veränderungen, so wurden dennoch Gefäßdarstellungen durchgeführt. Bei weiteren 6 Kaninchen traten teilweise größere Verletzungen an den Löffeln auf, die von einer anfangs verwendeten großen Ohrmarke hervorgerufen wurden. 7 Kaninchen verstarben zwischenzeitlich an den Folgen der Operation oder an Infektionen der oberen Luftwege.

5.0. Auswertung der Lappenplastiken. Darstellung der Gefäßversorgung.

5.1. Inspektion und Photodokumentation

Das postoperative klinische Verhalten der Tiere und der angelegten Lappenplastiken sowie ihre Beurteilung nach chirurgischer Wiederfreilegung wurde schriftlich und photographisch dokumentiert.

5.2. Histologie

Alle Lappenformen wurden feingeweblich durchuntersucht. Dazu erfolgte im unterschiedlichen zeitlichen Abstand von der operativen Bildung der Hautplastiken ein zweiter operativer Eingriff mit Ex-cision der Lappen unter Einbeziehung ihres unmittelbar angrenzenden Gewebes. Nach Fixierung in 7%iger wäßriger Formaldehydlösung und Zerlegung der Lappen in 4 bis 7 gleich große Teile erfolgte die histologische Aufarbeitung über eine aufsteigende Alkoholreihe und anschließender Einbettung in Paraplast. Von allen Blöcken wurden 5 bis 7µ dicke Mikrotomschnitte angefertigt und gefärbt. Mit den Färbungen HE, von Gieson, Azan, Goldner sollten vor allem die vitalen Strukturen von Epithel und Muskulatur gegenüber Bindegewebe deutlich sichtbar gemacht werden.

5.3. Gefäßausgußverfahren

Zur Darstellung des Gefäßsystems im Ausgußverfahren wurde nach vergleichenden Vorversuchen mit Plastoid (Fa. Röhm und Haas, Darmstadt) und Plastogen G (Fa. Schmidt, Speyer) ein Kunstharz der Methyl-Metacrylgruppe ausgewählt. Es handelt sich dabei um das Industrieprodukt Technovit 7001 der Fa. Kulzer in Bad Homburg. Dieses Dreikomponentenharzgemisch besteht aus einem Acrylharz (klarer Sirup) und den Härtern I (Paste) und II (Flüssigkeit).

Zunächst wurde in den Sirup Härter I eingerührt und bis zu seiner völligen Auflösung gut gemischt. Erst dann wurde unter weiterem Umrühren Härter II zugegeben. Die Einfärbung erfolgte vor der Zugabe des Härters II durch Einrühren von ca. 1 % der mitgelieferten Farbpasten. Da deren Produktion jedoch vom Herstellerwerk während der laufenden Versuche eingestellt wurde, erfolgte auf Anregung von ZABEL das Einfärben mit Emaillack Zierfarbe.

Da die vom Hersteller empfohlenen Mischungsverhältnisse sich insbesondere wegen der kurzen Verarbeitungs- und Härtezeit für die anstehende Versuchsanordnung als ungeeignet erwiesen, war es notwendig, zuvor in vitro nach geeigneten Mischungen zu suchen. Dabei mußten vom Material folgende Eigenschaften gefordert werden:

- a) Niedrige, blutähnliche Viskosität, um in das Kapillargebiet vordringen zu können.
- b) Lange Topfzeit, d. h. späteinsetzende Polymerisation und Aushärtung, damit zuvor der Füllvorgang abgeschlossen werden kann.
- c) Verzögerter Polymerisationsablauf, damit möglichst wenig Polymerisationswärme gebildet wird.
- d) Ausreichende Formstabilität nach der Aushärtung, damit die topographisch-anatomischen Konturen erhalten bleiben.
- e) Genügende Flexibilität der ausgehärteten Ausgußpräparate, damit insbesondere die Feinstrukturen bei der Mazeration nicht abbrechen.
- f) Keine übermäßige Schrumpfung während der Aushärtung, um möglichst naturgetreue Präparate zu erhalten.

Die notwendigen Vorversuche fanden mit Unterstützung von Herrn F. ZAHRADNIK vom Institut für Werkstoffwissenschaften V der Universität Erlangen-Nürnberg (Vorstand: Prof.Dr. F. R. Schwarz) statt.

Das Hauptproblem während des Füllvorganges besteht darin, möglichst lange eine niedrige Viskosität zu erhalten. Die Auspolymerisation produziert Wärme und umgekehrt beschleunigt eine Temperaturerhöhung die Polymerisation. Das Einkühlen der Präparate während des Füllvorganges erschien jedoch nicht sinnvoll, da es reflektorisch zur nicht gewollten Gefäßverengerung kommen würde. Daher mußte eine geeignete Wahl in der Zusammensetzung der Harzgrundsubstanz mit verschiedenen Härtern in verschiedenen Konzentrationen, ein Kompromiß zwischen Hinausschieben der Polymerisation und hin-

reichendem Aushärtungsgrad gefunden werden.

Es zeigte sich, daß nach Zugabe von 0,25% Härtermasse der Beginn der Polymerisation auf über 4 Stunden hinausgeschoben werden konnte und die Polymerisation selbst verzögert und unter nur mäßiger Temperaturentwicklung ablief (Abb.11 ; S.29). Schon eine Zugabe von 0,5% Härter verkürzt die genannte Zeit auf eine Stunde und führt zur schnelleren Auspolymerisation mit einer Wärmeentwicklung von nahezu 100°C. Bei 1% Härtersubstanz verläuft die Reaktion noch fulminanter, so daß auch mit Gefäßzerstörungen zu rechnen ist.

Allgemein nimmt dabei die Geschwindigkeit der Polymerisation einen exponentiellen Verlauf bis zum Maximum an Wärmefreisetzung, bei welcher nahezu 98% der Masse auspolymerisiert ist. Bei der abschließenden vollkommenen Aushärtung sinkt die Temperatur in einer Exponentialkurve wieder ab.

Während der Aushärtungszeit unterliegt der Kunststoff je nach Verdünnungsgrad einer unterschiedlichen Schrumpfung. Für das hier bevorzugte Mischungsverhältnis betrug die in einer Glaskapillare gemessene Schrumpfung ca. 18 % des Anfangsvolumens (Abb.12 ; S.30). Dabei wäre zu befürchten, daß feine Verästelungen während des Aushärtens abbrechen, jedoch zeigten die Versuche, daß diese Probleme nicht auftraten, dagegen ließ es sich nicht vollständig vermeiden, daß innerhalb der Kunststoffverästelungen manchmal eine Blasenbildung auftrat (Abb.42;S.66).

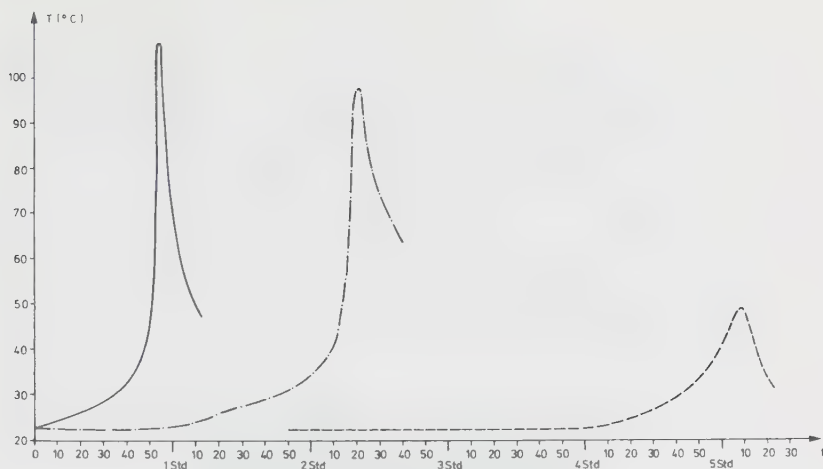


Abb. 11 : Zeitverlauf der Erwärmung der aushärtenden Kunstharz -
präparate für drei verschiedene Harzansätze:

Mischung I (—)	Mischung II (-.-.-.)	Mischung III (-----)
T + 1 % Härter	T + 0,5 % Härter	T + 0,25 % Härter
10,71 gr. Technovit	52,56 gr. Technovit	10,427 gr. Technovit
+0,100gr. Härter I	+0,265gr. Härter I	+0,025 gr. Härter I
+0,144gr. Härter II	+0,273gr. Härter II	+0,040 gr. Härter II
Kulminationspunkt bei 54 min.	Kulminationspunkt bei 2 Std.20min.	Kulminationspunkt bei 5 Std.9min.

Die Temperaturerhöhung ist gleichzeitig ein Maß für die Polymerisations-
geschwindigkeit. Erfahrungsgemäß ist am Kulminationspunkt der Tempera-
turverläufe die Aushärtung zu 98% erreicht (pers. Mittlg. ZAHRADNIK).

Für Füllungen eignet sich besonders ein Ansatz nach Mischung III, da
dabei eine niedrige Viskosität für länger als 4 Stunden erhalten bleibt.

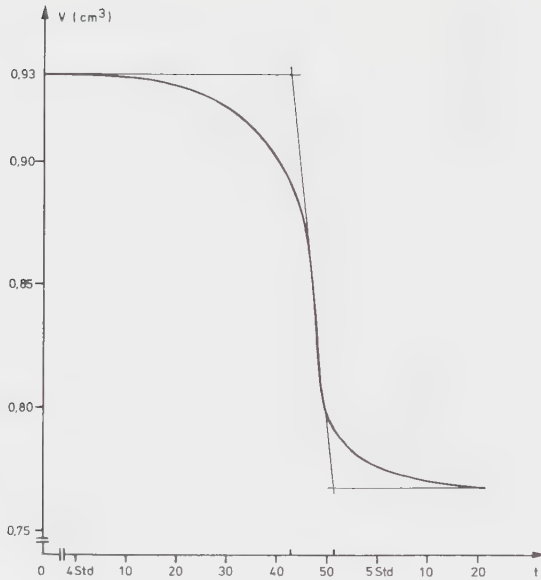


Abb. 12 : Ausmaß der Volumenschrumpfung während der Aushärtung am Beispiel von Technovit in einer ähnlichen Zusammensetzung wie Mischung III in Abb. 11.

Technovit + 0,27% Härter I + 0,42% Härter II
gemessen in einer Kapillare von 1 mm $\varnothing$

Anfangsvolumen: 0,935 cm^3
Endvolumen: 0,767 cm^3
Volumenschrumpfg. $\frac{0,168 \text{ cm}^3}{0,935 \text{ cm}^3} \cong 18\%$

Dieses Ausmaß an Schrumpfung führte noch nicht zu Abrissen der Korrosionspräparate.

Nachdem zunächst an Rinderplazenten unter dem Mikroskop das Fließverhalten des Harzes genau studiert wurde, zeigten jedoch die ersten Füllungsversuche beim Kaninchen, daß sich die peripheren Hautgefäße fast gar nicht füllten und sich somit auch nicht darstellen ließen. Dabei entstanden als Nebenprodukte regelmäßig sehr gute Ausgußpräparate von anderen gefäßreichen Provinzen wie etwa den Kaninchenlöffeln, der Lippen-Nasenregion (Abb. 13) und den parenchymatösen Organen, wobei z. B. in den Nierenpräparaten unter dem Mikroskop exakt die Glomerele zu erkennen waren.



Abb. 13 : Korrosionspräparat des Kaninchenschädels (Lippen und Nasenpartie).

Es folgten deshalb umfangreiche Vorversuche in vivo, wobei insbesondere zahlreiche Vasodilatoren und andere pharmakologisch wirksame Substanzen im Tierversuch getestet wurden wie Complamin^R, Niconacid^R, Hydergin^R, Histamin^R, Prisco1^R, Novocain^R, Alkohol, Bradykinin^R, Dehydrobenzperidol^R, Regitin^R zunächst an Ratten, später an Zwergkaninchen. Bei dem Präparat Bradykinin^R * handelt es sich um ein Nonaeptid aus der Gruppe der Plasmakinine (ROCHA e SILVA et al., 1949). Es wirkt direkt auf die glatte Muskulatur von Arteriolen und Präkapillaren (BURGH et al., 1963), wird als potentester Vasodilatator angesehen (CHOU et al., 1965) und übertrifft in seiner Wirkung die des Histamins um das Zehnfache (REUTER et al., 1972).

Niconacid^R, Histamin^R und Regitin^R führten zu gleich guten Füllungszuständen, in dieser Versuchsreihe wurde mit Niconacid^R weitergearbeitet.

Schließlich wurden die mit einer Überdosis an Nembutal getöteten Tiere versuchsweise vor der Gefäßfüllung in warmes Wasser gelegt, ein bis zwei Stunden mit körperwarmer physiologischer Kochsalzlösung perfundiert und anschließend oder, um Kontraktionen der Gefäßmuskulatur zu vermeiden, erst 2 bis 3 Tage später mit Kunststoff gefüllt.

Die Injektion selbst mußte dabei kontinuierlich und unter einem konstanten Druck erfolgen, wobei sich automatische Schlauchpumpen am besten bewährt haben. Dabei wird durch ein Walzwerk nur auf kleinste Füllmengen der notwendige Injektionsdruck ausgeübt, wohingegen in den vorher verwendeten Überdruckflaschen während der Füllzeit, die etwa 90 Minuten betrug, die gesamte Füllmasse unter Druck stand. Dies hatte den Ablauf der Polymerisation begünstigt, wodurch die entstandene Wärme den Polymerisationsprozeß unzuweckmäßigerweise zusätzlich beschleunigte. Bei Handinjektionen mit kleinen Spritzen

* Dieses Präparat ist noch nicht im Handel. Es wurde uns unter der Bezeichnung BRS 640 freundlicherweise von der Fa. Sandoz AG Nürnberg zur Verfügung gestellt.

kommt es zu unterschiedlichen Injektionsdrucken, was nach Auskunft von Kunststofftechnikern die Polymerisation auch beschleunigt. Als Material für die zum Injektionsvorgang benötigten Kanülen und Schläuche eignen sich nur Metalle und Polyäthylenverbindungen, andere Kunststoffe werden teilweise stark angegriffen, erweichen oder verstopfen frühzeitig.

Aufgrund dieser Voruntersuchungen hat sich uns folgendes Verfahren der Füllung des Gefäßsystems von Kaninchen als Methode der Wahl bewährt:

Nach der oben beschriebenen Anästhesie und Anlegen einer Infusion mit physiologischer Kochsalzlösung über eine Löffelvene werden 5000 USP-Einheiten Natriumheparinat (Liquemin^R) appliziert. Anschließend erfolgt nach Tötung der Tiere die Eröffnung des Abdomens, die Ausweidung von Magen, Darm und Leber unter sorgfältiger Unterbindung der zu- und abführenden Gefäße.

Das Prinzip dieser Maßnahme besteht darin, möglichst viele Gefäßabschnitte, die nicht von Interesse sind, auszuschalten, damit das Füllmaterial nicht in diesen Regionen versackt und der Fülldruck dadurch absinkt. Deshalb wurden zusätzlich die Nierengefäße distal des Abganges der A. und V. abdominalis cranialis unterbunden sowie die größeren Halsgefäße komprimiert.

Nach Eröffnen des Thorax und des linken Ventrikels wurde ein 5 mm starker Polyäthylenschlauch bis in die Aorta ascendens vorgeschoben und eingebunden. Gleiche Schläuche wurden weiterhin in die V. cava superior und inferior eingebracht und hierin fixiert.

Daran schloß sich die Perfusion mit 1000 ml physiologischer Kochsalzlösung und 1 Amp. (10 ml) Niconacid^R an. Um etwaige zentral bedingte Vasokonstriktionen mit letzter Sicherheit auszuschließen, erfolgte noch die Durchtrennung des Rückenmarkes mit einem Stilet kranial der Halsgefäßdrosselung.

Anschließend konnte die gleichzeitige arterielle und venöse Gefäßfüllung, die unter einem möglichst konstanten Injektionsdruck ablaufen muß, beginnen. Die zu diesem Zweck verwendeten Laboratoriumsschlauchpumpen ließen sich so einstellen, daß sich in einer Füllungszeit von ca. 90 Minuten arteriell 220 cm³ und venös ca. 250 cm³ injizieren ließen. Diese Mengen, die sich als ausreichend erwiesen, ergaben gute Füllungszustände und nur auffallend selten störende Extravasate.

Nach einer Härtingszeit, abhängig vom Gefäßkaliber, von ca. 24 bis 48 Stunden konnte die Mazeration in 40%iger Kalilauge bei ca. 60°C im Wärmeschränk begonnen und nach 2 bis 5 Tagen abgeschlossen werden. Das Präparat wurde dann vorsichtig mit warmem Wasser gespült und mit einer Handbrause gesäubert, wobei die letzten Seifenreste mit konzentrierter Säure beseitigt wurden.

Es zeigte sich jedoch bei diesem Verfahren, daß besonders das langhaarige Kaninchenfell der Mazeration lange standhielt und zu reichlicher Bildung von Seifenanteilen führte, die allein durch ihr Gewicht Abbrüche der feinen Gefäßausgüsse verursachten. Im Verlauf der Versuche wurde die Mazerationsmethode dahingehend geändert, daß zunächst die Tiere nach Abschluß der Mazeration für 24 bis 48 Stunden in heißes Wasser gelegt wurden, wonach sich das Fell ohne Schwierigkeiten und äußerst leicht abziehen ließ (Abb. 14, 15; S. 35).

Die dokumentarische Auswertung der Korrosionspräparate erfolgte durch photographische Verfahren, wobei auch ein binokulares Operationsmikroskop der Fa. Zeiss (Vergr. 6-10-16-25-40 fach) verwendet wurde. Außerdem erfolgte die Auswertung einiger gezielter Proben mit dem Rasterelektronenmikroskop (Vergr. 100 - 300 - 500 - 1000 fach) (Abb. 16, 17; S. 36).

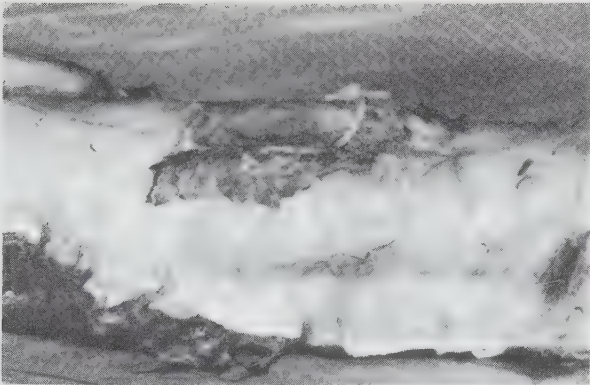


Abb. 14 : Nach Abkochen läßt sich das Fell des Kaninchens leicht abziehen. Darunter erkennt man das mit Kunstharz ausgegossene Gefäßsystem des Hautmuskels. Im Bereich des mit einem Plastischlauch markierten Rundstiellappens wird das Fell belassen.

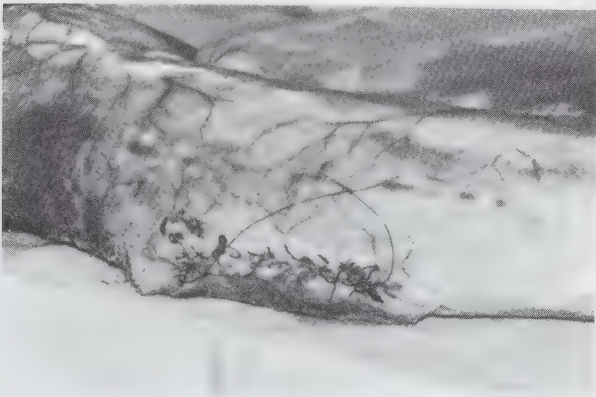


Abb. 15 : Invertierter Rundstiellappen. Präparationsprozeß wie bei Abb. 14. Der Faden zieht durch das Lumen des Hautschlauches.



Abb. 16 : Rasterelektronenmikroskopische Ausschnittvergrößerung eines Korrosionspräparates (Vergr. 200 fach)



Abb. 17 : Rasterelektronenmikroskopische Ausschnittvergrößerung eines Korrosionspräparates (Vergr.1000 fach).

Die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen wurden mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof.Dr. V.Becker am Pathologisch-Anatomischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg (Direktor: Prof.Dr.V.Becker) angefertigt.

D Ergebnisse

1.0. Die normale Gefäßversorgung bei Kaninchen und Schwein

Zum besseren Verständnis der histologischen Befunde und der korrosionstechnischen Präparate soll einleitend die normale Gefäßversorgung der Haut von Kaninchen und Schwein besprochen werden.

Das Kaninchen - nach DANIEL u. WILLIAMS ein Vertreter der "loose skin"-Tiere - besitzt als auffälliges Merkmal eine unter der Dermis gelegene Muskelschicht, den Panniculus carnosus (Abb. 18; S. 38), in welchem Hautgefäße verlaufen, die in dem Bereich der Schulter und der Leistenbeuge aus der Tiefe kommend in den Hautmuskel einmünden und annähernd parallel zur Wirbelsäule nach vorne bzw. hinten verlaufen. Diese relativ großkalibrigen Arterien sind immer von einer großen Vene begleitet und tragen die alleinige Versorgung des Koriums, indem sie kleine bäumchenartig angeordnete Äste nach außen hin abgeben, nicht jedoch in die unter den Panniculus carnosus gelegenen Verschiebeschichten oder die Muskulatur. Die größten Gefäße des Rumpfes sind die Arteria und Vena thoracodorsalis (Abb. 19; S. 38) sowie die Arteria und Vena thoracica lateralis.

Im Gegensatz zur Haut des Kaninchens sitzt die Haut des Schweines fest auf dem Unterhautgewebe, und die Blutversorgung erfolgt aus den Segmentgefäßen über die Arteriae perforantes durch die Fascie, wobei Äste an das Gefäßnetz der Fascie abgegeben werden (Abb. 18; S. 38). Danach steigen die Arterien durch die Subkutis meist schräg oder geschlängelt bis zur Grenze von Unterhaut und Lederhaut auf und verlaufen danach entlang dieser Grenze.

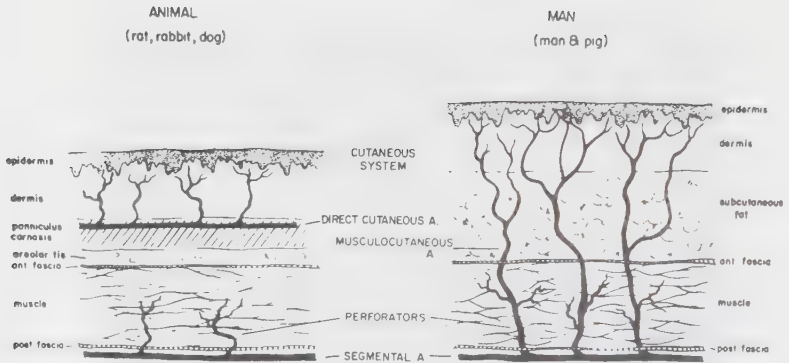


Abb. 18 : Schematische Darstellung der Gefäßversorgung der Haut der "loose skin"- und "fixed skin"-Tiere.
(aus: DANIEL u. WILLIAMS, Plast. Reconstr. Surg. 52, 16-31, 1973, S.20).

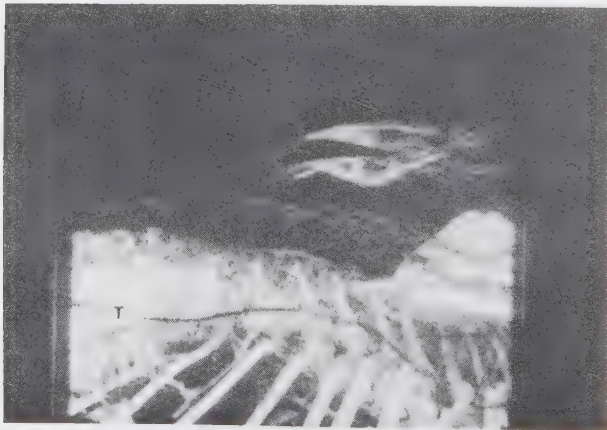


Abb. 19 : Ausgußpräparat der Gefäße beim Kaninchen.
Die Hautgefäße mit der A.u.V. thoracodorsalis (T) heben sich deutlich von den Gefäßen der Rückenmuskulatur ab.

2.0. Die Gefäßversorgung des Rundstiellappens aus der Rumpfhaut des Kaninchens

2.1. Der reguläre Rundstiellappen

Makroskopisch fand sich an 21 Kaninchen, bei denen ein konventioneller Rundstiellappen angelegt worden war, ein spannungsloser, leicht pendelnder Lappen paravertebral. In 6 Fällen mußten die weiteren Untersuchungen abgebrochen werden, da es in der Folgezeit zu großen, teilweise stark infizierten Lappendefekten durch mechanische Einwirkungen wie Kratzen oder Scheuern an der Käfigwand kam. 2 Kaninchen verstarben postoperativ (Tab. 1; S.40).

Histologische Präparate wurden, da hierzu umfangreiche histomorphologische Befunde in der Literatur vorliegen, nicht angefertigt. Stattdessen wurden ebenfalls, auch um die Ergebnisse mit dem invertierten Rundstiellappen vergleichen zu können, die Blutgefäße anhand von Korrosionspräparaten dargestellt.

Da jedoch vergleichbare Gefäße bei den verschiedenen Tieren Schwankungen in der Kalibergröße zeigten, und weiterhin lediglich anhand der Korrosionspräparate eine exakte histologische Klassifizierung durchgeführt werden konnte, wurde eine Aufteilung in Gefäße erster, zweiter und dritter Ordnung vorgenommen. Diese Kategorisierung hat sich bei den vergleichenden Untersuchungen sehr bewährt. So wurden großlumige Gefäße wie z.B. die aus der A. und V. thoracodorsalis im Bereich der Lappenbasis abzweigenden Arterien und Venen als Gefäße erster Ordnung bezeichnet, die nächsten, mittelgroßen Abzweigungen als Gefäße zweiter Ordnung und die davon abgehenden kleinsten Verästelungen als Gefäße dritter Ordnung benannt.

Von insgesamt 13 angefertigten Korrosionspräparaten (Tab. 1; S.40) konnten 10 ausgewertet werden, bei 13 Tieren scheiterte die Füllung oder der Mazerationsprozeß.

Die 10 auswertbaren Rundstiellappen wurden in unterschiedlichen Zeitabständen von 4 Tagen bis 5 Wochen nach der Operation so ge-

	Histologie	postoperative Verluste	Korrosionspräp. neg. pos.		Gesamt
RL	0	8	3	10	21
RL ø	0	4	0	1	5
IRL	4	4	8	9	25
IRL ø	2	1	4	1	8
IRL frei	3	1	0	0	4
IRL ø ø	1	0	0	0	1
	10	18	15	21	64

Tab. 1 : Auswertung der Untersuchungsmethoden beim Kaninchen.

Die Anzahl von Rundstiellappen (RL) und invertierten Rundstiellappen (IRL), deren Gefäßversorgung mit verschiedenen Methoden am Kaninchen experimentell überprüft wurde.

ø = 1 Lappenfuß durchtrennt. ø ø = Beide Lappenfüße durchtrennt.

Tage	RL	RL ø	IRL	IRL ø
4 - 7	2		1	
8 - 14	3		3	
15 - 21	1		1	
22 - 28	3	1	2	1
über 1 Monat	1		2	
	10	1	9	1

Tab. 2 : Altersverteilung der ausgewerteten Korrosionspräparate.

RL = konventioneller Rundstiellappen

IRL= invertierter Rundstiellappen

ø = 1 Lappenfuß durchtrennt

füllt, daß möglichst gleich starke Gruppen von verschieden lange überlebenden Lappenplastiken erstellt werden konnte, weil sich nach Angaben der Literatur in der gewählten Beobachtungszeit das endgültige geometrische Verteilungsmuster der Gefäße des Rundstiellappens bildet. Wegen der hohen Ausfallquote, von insgesamt 36 angefertigten Korrosionspräparaten (Tab. 1; S. 40) kam es nur in 21 Fällen zu sehr befriedigenden Gefäßdarstellungen der Hautlappen, in 15 Fällen jedoch zu nicht verwertbaren Füllungspräparaten, bestand im Rahmen dieser Arbeit lediglich das Bestreben, ein charakteristisches, möglichst endgültiges dreidimensionales Verteilungsmuster der Hautgefäße, sowohl des konventionellen als auch des invertierten Rundstiellappens kennenzulernen. Deshalb wurde auch die Lappengröße nicht verändert, sondern einheitlich für beide Lappenformen gewählt. Nachfolgend sei anhand von 3 Rundstiellappen mit verschiedenen Latenzzeiten nach der plastischen Operation das Verteilungsmuster der Gefäße geschildert (Tab. 2; S. 40).

Bei dem in Abb. 20 (S. 43) gezeigten 4 Tage alten Rundstiellappen wurde vor der Operation, wie bei allen übrigen Korrosionspräparaten auch, der Lappen mit einem laugebeständigen Faden umschlungen, so daß der Lappenumfang nach der Mazeration exakt zu lokalisieren war, was bei diesem Lappen sonst nicht möglich gewesen wäre, da sich lediglich drei feine Arterien parallel der Lappenachse darstellten. Es handelt sich dabei um Abzweigungen der A. thoracodorsalis, die zwar sehr fein sind, jedoch dem Arbeitsschema nach noch in die Gruppe der Gefäße zweiter Ordnung einzugliedern sind. Unter dem Mikroskop erkennt man weiterhin feinere Gefäße, die über den gesamten Verlauf des Lappens mit einer gewissen Tendenz zur Längsrichtung verlaufen. Vereinzelt steigen auch kleinere Gefäßbäumchen radial nach außen auf. Bei Betrachtung der weiteren Umgebung findet sich sowohl kranial als auch kaudal, besonders im Bereich der größeren Gefäße ein venöser Stop, so daß es sich im Bereich des Rundstiellappens um eine reine arterielle Füllung handelt.

Bei dem nächsten, in Abb. 21 (S. 43) dargestellten 18 Tage alten Rundstiellappen finden sich zwei Gefäße erster Ordnung, die aus der A. und V. thoracodorsalis entspringen und im Lappeninnern einen geschlängelten Verlauf nehmen. Gefäße zweiter Ordnung treten nur vereinzelt auf und verzweigen sich nach ca. 5 mm in Gefäße dritter Ordnung. Ihre Ausgüsse bilden ein dichtes Netz über dem gesamten Lappen, das im kaudalen Bereich noch etwas dichter ist als kranial. Gut erkennbar sind jetzt die radiär nach außen gerichteten und bäumchenartigen Gefäßaufzweigungen dritter Ordnung, die zur Lappenoberfläche ziehen. Unter dem eigentlichen Lappen imponiert die Nahtstelle der Körperhaut durch ein dichteres unregelmäßiges Geflecht feinsten Gefäße.

Bei dem in Abb.22 (S.45) gezeigten 22 Tage alten Rundstiellappen ist deutlich zu erkennen, dass seine Gefäße in ihrem Kaliber deutlich grösser sind als bei vergleichbaren Füllungen. Es kann jedoch auch hier festgestellt werden, dass zwei paarige Hauptgefäße erster Ordnung beide Lappenfüsse versorgen. Sie sind länger als bei dem vorher beschriebenen Lappen und nehmen einen geschlängelten Verlauf sowohl in Längs- als auch in Querrichtung. Im Bereich der kaudalen Hälfte des Lappens überwiegt eine intensive Netzstruktur von Gefässen dritter Ordnung. Insgesamt tritt auch in diesem Präparat wieder der gemeinsame Verlauf einer Arterie und Vene hervor. Weiterhin fällt die Diskrepanz zwischen guten Darstellung der Gefäße im Lappen gegenüber dem teilweise weniger deutlich Gefässmuster der Haut auf.

2.2. Der primär einseitig durchtrennte Rundstiellappen

Von 5 primär einseitig durchtrennten Rundstiellappen (Tab.1; S.40) gingen 4 durch Infektionen, Nekrosen oder mechanische Einflüsse, wie sie oben beschrieben wurden, zugrunde. Der 5. Lappen wurde der Korrosionspräparation zugeführt (Abb.23; S.45) . Dieser 22 Tage alte Rundstiellappen zeigt eine derart extrem starke Darstellung von Gefässen dritter Ordnung, dass eine weitere Differenzierung der grösseren Gefäße innerhalb des Lappens, die lediglich durch klei-



Abb. 20 : Korrosionspräparat eines mit einem Seidenfaden markierten 4 Tage alten Rundstiellappens, der nur arteriell gefüllt ist.



Abb. 21 : Korrosionspräparat eines 18 Tage alten Rundstiellappens, der mit einem Faden umschlungen ist.
Die Hauptgefäße nehmen einen geschlängelten Verlauf.

ne Füllungsdefekte im Lappen zu erkennen sind, unmöglich ist. Hingegen kann man an den Einmündungen in den Lappen Aufzweigungen der A. u.V. thoracodorsalis erkennen. Insbesondere in dem Bereich des 22 Tage zuvor durchtrennten kranialen Lappenstiels findet sich in Höhe des durch den Faden in Abb. 23 (S. 45) markierten Lappenfußes eine Überbrückung der ehemaligen Defektstelle durch feinere Gefäße zweiter und dritter Ordnung. Die sich markant darstellende 2 bis 3 cm große Vorwölbung oberhalb des kaudalen Lappenstiels besteht aus einem Konglomerat feinsten Gefäße dritter Ordnung ohne sichtbare Extravasate, d.h. Austritte von Injektionsmaterial aus dem Gefäßsystem. Hier handelt es sich vielmehr um eine Reizantwort der Gefäße auf eine präoperativ behandelte Entzündung. Neben der guten Lappenfüllung sind auch die feinen Hautgefäße in der näheren und weiteren Umgebung deutlich dargestellt.

Aufgrund der gezeigten 3 und anhand der übrigen 7 gut zur Darstellung gekommenen Präparate von Rundstiellappen konnte keine Korrelation zwischen Lappenalter und Gefäßarchitektur festgestellt werden. Hingegen ließ sich deutlich eine altersunabhängige, für alle Rundstiellappen gültige Grundstruktur des Gefäßmusters des Rundstiellappens erkennen: Die Gefäße mit dem größten Kaliber, die immer zentral liegen, orientieren sich einzeln oder mit Aufzweigungen vornehmlich in Längsrichtung und zeigen teilweise einen geschlängelten Verlauf. Von diesen Hauptgefäßen gehen vorwiegend senkrecht zur Längsachse nach außen kleinere Gefäßstämmchen ab, die sich nach ca. 4 mm bäumchenartig in feinste Gefäße aufzweigen. Letztere ordnen sich wieder in Lappenlängsrichtung. Sämtliche verwertbaren Präparate ergaben eine vermehrte Gefäßdarstellung im konventionellen Rundstiellappen und besonders im Lappenfuß im Vergleich zur übrigen Haut. In der Hälfte der Fälle konnte im kaudalen Lappenfuß und seiner unmittelbaren Umgebung eine stärkere Gefäßzeichnung gefunden werden.



Abb. 22: Korrosionspräparat eines 22 Tage alten Rundstiellappens.
Insgesamt starke Gefäßkalibrierungen.
Kranialer und kaudaler Lappenfuss durch Fäden markiert.

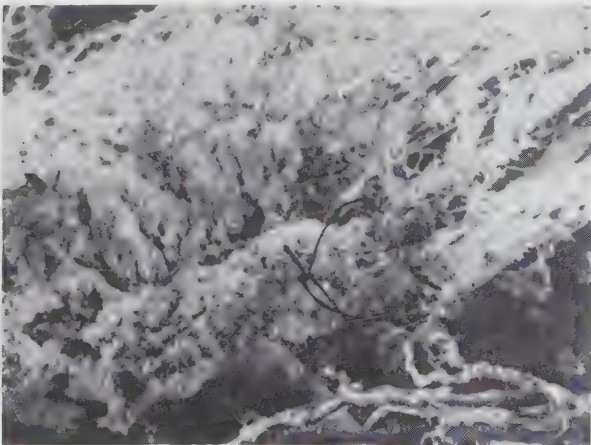


Abb. 23: Korrosionspräparat eines primär durchtrennten Rundstiellappens.
Ein Faden markiert die Durchtrennungsstelle.

3.0. Die Gefäßversorgung des invertierten Rundstiellappens an der Rumpfhaut des Kaninchens

3.1. Der beidseitig gestielte invertierte Rundstiellappen

Von 25 angelegten invertierten Rundstiellappen (Tab. 1; S 40) wurden 4 durch Cholesteatom oder Abszeßbildung sowie Wunddehissenzen mit Infektionen unbrauchbar. Bei älteren Lappen mußten die im Innern des Schlauches wachsenden Fellhaare sowie die schmierigen Schuppenansammlungen in Kurznarkose entfernt werden. Durch die geschützte Lage unter der Haut stellten sich jedoch weniger Hautdefekte aufgrund von mechanischen Ursachen oder Entzündungen ein als beim konventionellen Rundstiel. Der Lappen selbst war nach kurzer Zeit auch durch das Nachwachsen des Fells lediglich an einer leichten Vorwölbung und seinen zwei Mündungsstellen zu erkennen.

Histologisch fanden sich bei allen 4 untersuchten Lappen in allen Schnittebenen der in 7 gleich große Blöcke unterteilten Schläuche keine Zeichen von Gewebsstörungen, die durch ungenügende Ernährung verursacht worden wären. Der in Abb. 24 (S. 47) unter der Haut gelegene vitale Hautschlauch zeigt den normalen histologischen Aufbau der Kaninchenhaut mit Epidermis, Korium und kreisförmig gekrümmtem Panniculus carnosus, der an seiner Außenfläche von in Vernarbung befindlichem Granulationsgewebe umhüllt ist.

Von 25 gebildeten invertierten Rundstiellappen (Tab. 1; S 40) wurden 17 Korrosionspräparate hergestellt, wobei 8 wegen technischer Fehler während der Injektion, wegen ungenügender Gefäßdarstellung oder durch Schäden bei der Mazeration nicht ausgewertet werden konnten. Hingegen zeigten 9 Präparate gut auswertbare Verteilungsmuster.

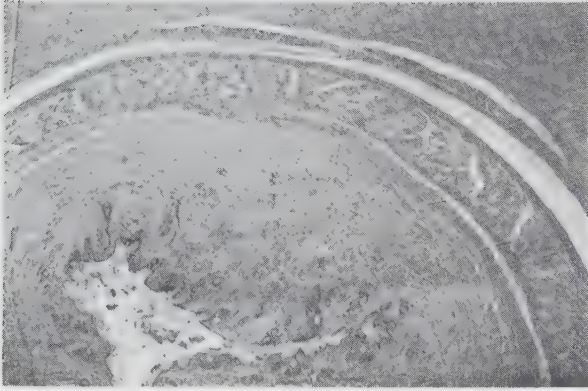


Abb. 24: Histologischer Querschnitt durch einen 30 Tage alten invertierten Rundstiellappen des Kaninchens (Vergr. 16fach). P=Panniculus carnosus, L=Lumen des Hautschlauches.



Abb. 25: Korrosionspräparat eines 4 Tage alten invertierten Rundstiellappens. Sehr gute Gefäßfüllung kaudal, mäßige Füllung kranial mit Defekt oberhalb des sichtbaren Fadens.

Als erstes Beispiel sei ein 4 Tage alter Lappen (Abb. 25; S. 47) beschrieben, bei dem vor der Mazeration ebenfalls ein Faden, in diesem Fall axial, durch das Lumen hindurchgezogen worden war. Zwar erleichtert dieser Faden das Aufsuchen des Lappens, jedoch hat er in diesem Fall durch offenbar mechanische Einflüsse zum Einschneiden im kranialen Bereich des Hautschlauches geführt, was deutlich an den durchtrennten Gefäßstümpfen zu erkennen ist, die keine typischen Bruchstellen zeigen, sondern sich konisch verjüngen.

Insgesamt erkennt man hier paarig angeordnete Hauptgefäße, die den Lappen in Längsrichtung, teilweise geschlängelt, durchlaufen. Mittlere Gefäße zweiter Ordnung durchsetzen den Lappen hauptsächlich in Querrichtung. Kleinste Gefäßeinheiten dritter Ordnung, die sich vorwiegend farblos darstellen (weil in ihrem Bereich offensichtlich die Farbpartikel abgefiltert werden), orientieren sich gleichmäßig netzförmig, jedoch mit eindeutiger Tendenz in Lappenlängsachse. An der Oberseite des kaudalen Bereiches des Schlauches finden sich kleinste begrenzte Extravasate.

Der 18 Tage alte invertierte Rundstiellappen (Abb. 26; S. 49) zeigt zwei paarige Gefäße erster Ordnung, die wieder in Längsrichtung des Lappens verlaufen, und 7 paarige Gefäße zweiter Ordnung, die nahezu exakt dazu quer verlaufen, lediglich vereinzelt finden sich feine Gefäße zweiter Ordnung in Schräg- oder Längsrichtung. Über den gesamten Lappen erstreckt sich eine sehr gute gleichmäßige Füllung mit Gefäßen dritter Ordnung, die sich deutlich sichtbar wiederum in Längsrichtung orientieren. Insgesamt stellt sich das Gefäßmuster des Lappens eindeutig besser dar als das der gesamten übrigen Haut. Drei paarige Gefäße erster Ordnung, Abzweigungen der A. und V. thoracodorsalis, ziehen über den Lappen und sind der bedeckenden Haut zuzuordnen. Mehrere Aufzweigungen zweiter Ordnung, die von der A. abdominalis cranialis dextra kommen, finden Anschluß an den mittleren Bereich der Lappenunterseite.

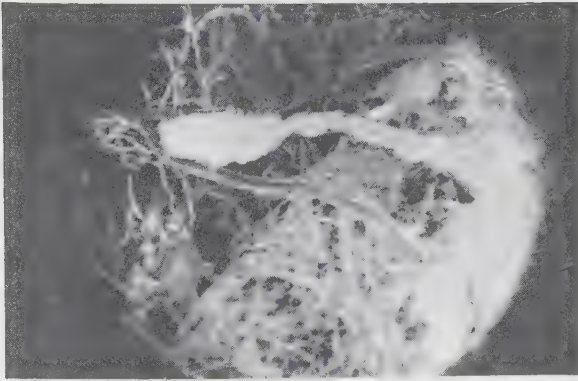


Abb. 26: Korrosionspräparat eines 18 Tage alten invertierten Rundstiellappens. Drei paarige Gefäße der bedeckenden Haut ziehen über den Lappen.

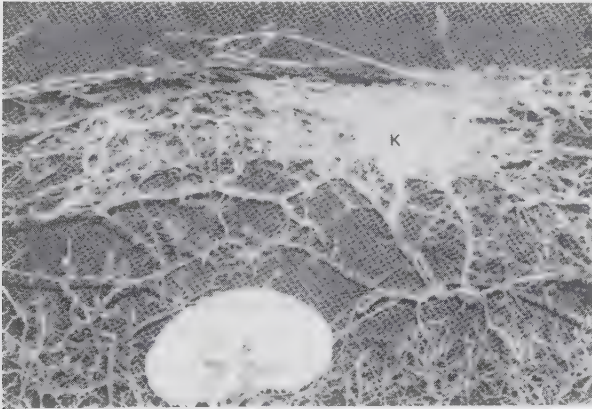


Abb. 27: Korrosionspräparat eines 22 Tage alten Rundstiellappens. Kaudaler Abschnitt (K) dichter gefüllt.

Bei dem 22 Tage alten invertierten Rundstiehlappen (Abb. 27; S. 49) lassen sich wiederum zwei paarige Hauptgefäße erster Ordnung erkennen, die aus der A. und V. thoracodorsalis kommen. Auffällig ist, daß sich diese Gefäße erster Ordnung innerhalb des Lappens in 5 Anastomosen gleichen Kalibers aufteilen und am entgegengesetzten Ende des Lappens wieder vereinigen. Daneben laufen, wieder deutlich sichtbar, vier paarig angeordnete Gefäße zweiter Ordnung in schräger und querer Richtung. Im Bereich des Lappenstiels schert aus dem ersten zirkulär verlaufenden Gefäß ein solches mit gleichem Kaliber aus und mündet nach 1,5 cm wieder in einem quer zur Längsachse verlaufenden Gefäß. Die Gefäße dritter Ordnung zeichnen sich am kaudalen Ende dichter ab, ebenso sind in dieser Region die lumenwärts gerichteten bäumchenartigen Gefäße dritter Ordnung vermehrt ausgebildet. Auch hier erscheint wieder eine vermehrte Dichte aller Gefäße, insbesondere jedoch der feinkalibrigen gegenüber den gesamten übrigen Hautregionen.

Zum Schluß dieser Serie sei das Ausgußpräparat eines 10 Wochen alten Hautschlauches gezeigt, an dem sich alle geschilderten Befunde nochmals gut demonstrieren lassen, zumal in Abb. 28, 29 (S.51) und 30, 31 (S.52) eine farbige Darstellung die arterio-venöse Differenzierung erleichtert. Bei der Betrachtung von Schwarz-Weißaufnahmen gelingt die Differenzierung ebenso, wenn man berücksichtigt, daß der im Kaliber kleinere Ausguß eine Arterie, der größere eine Vene darstellt. Auch in diesem 10 Wochen alten Präparat zieht die A. und V. thoracodorsalis wieder durch den gesamten Lappenstiel (Abb. 30, 31; S. 52) und zweigt sich im Verlauf in drei annähernd gleich große paarige Gefäße auf, die sich wieder am kranialen Lappenende vereinigen. Besonders deutlich kann hier beobachtet werden, wie 8 Gefäße zweiter Ordnung zirkulär verlaufen und sich im Bereich der Nahtstelle bis auf eine Entfernung von ca. 3 mm annähern. Der Zwischenraum ist, wie auch im gesamten übrigen Bereich des Lappens, durch ein dichtes, jedoch noch transparentes Netzwerk von Gefäßen dritter Ordnung ausgefüllt. Die Gesetzmäßigkeit der paarigen Anordnung von Arterie und Vene setzt sich besonders in diesem Präparat sogar bis in den Bereich feinsten Gefäße zweiter Ordnung fort. Die A. und V. abdominalis

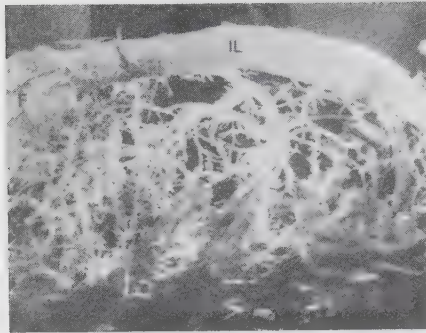


Abb. 28: Korrosionspräparat mit einem 10 Wochen alten invertierten Rundstiellappen (JL); Sicht von oben. Markierungsfaden (F) zieht am kranialen Lappenfuss in das Lumen des Lappens.

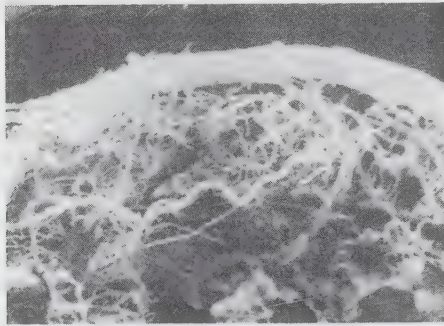


Abb. 29: Korrosionspräparat wie Abb. 28; Sicht von unten.

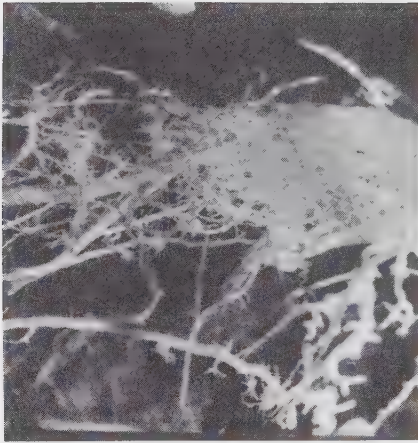


Abb. 30: Korrosionspräparat eines 10 Wochen alten invertierten Rundstiellappens.
Kranialer Fuss mit Hauptgefässen aus der A.V. thoracodorsalis. Ein schwarzer Faden markiert das Lumen und die kraniale Öffnung des Schlauches.

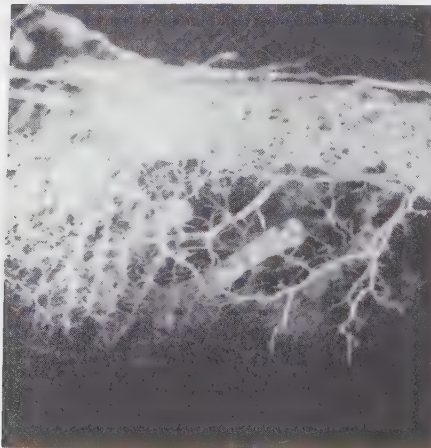


Abb. 31: Ausschnitt von Abb. 30
Kaudaler Lappenfuss

cranialis verläuft bogenförmig an die Unterseite des Lappens und gibt wiederum paarig kleinste Gefäße in den mittleren Bereich des Lappens ab (Abb.28,29;S.51).

Einen plastischen Eindruck gewinnt man von dem Gefäßverlauf der den Lappen bedeckenden Haut. Ohne Unterbrechung ziehen zwei venöse Gefäße zweiter Ordnung über die Nahtstelle hinweg (Abb. 30,31; S. 52), ohne erkennbare Äste an den Lappen abzugeben. Auch dieses Präparat zeigt wieder den signifikanten Unterschied seiner guten Gefäßdarstellung gegenüber der schwachen Füllung der übrigen Haut. Lediglich in der Umgebung des kaudalen Lappenstieles findet sich ein 2x3 cm großes Gebiet mit einem gleichmäßigen und feinen Maschenwerk von Gefäßen dritter Ordnung (Abb. 28;S.51; Abb. 31; S. 52).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß dem invertierten Rundstiellappen stets eine charakteristische Gefäßgrundstruktur zugrunde liegt. Die Hauptgefäße teilen sich direkt an der Einmündungsstelle zum Lappen, kurz vor oder dahinter in zwei oder drei Gefäße annähernd gleichen Kalibers auf, ziehen entlang der äußeren Wandung des Hautschlauches, um sich am Lappenende der Gegenseite wieder zu vereinigen. In ganz auffälliger Weise umschlingen mittelgroße Gefäße, die nahezu senkrecht aus den Hauptgefäßen abzweigen, in regelmäßigen Abständen ringförmig den invertierten Rundstiellappen. Dieses kräftig ausgebildete Gefäßgerüst wird ausgefüllt von einem feinen Netz kleinster Gefäße, die jedoch wie die Hauptgefäße eindeutig wiederum in Längsrichtung orientiert sind. Im Innern des Lappens lassen sich ähnlich strukturierte Gefäßbäumchen erkennen, wie sie an der Außenseite des Rundstiellappens beschrieben wurden, hier jedoch sind sie nach innen zum Lumen hin gewendet. Bei nahezu allen invertierten Rundstiellappen sowie der näheren Umgebung des Lappenbereiches kann eine eindeutig bessere Gefäßdarstellung als im unberührten Hautbereich festgestellt werden. Zusätzlich kommt es bei nahezu allen Präparaten zu einem Gefäßkontakt im mittleren Bereich der Lappenunterseite mit der A. und V. abdominalis cranialis.

3.2. Der primär einseitig durchtrennte invertierte Rundstiellappen
Makroskopisch boten sich ähnliche Befunde wie beim regulären invertierten Rundstiellappen. Eine Lappenstiellwunde infizierte sich derart, daß der Lappen nicht weiter zu gebrauchen war. Von den Korrosionspräparaten konnten 4 Präparate (Tab. 1; S. 40) wegen technischen Versagens, Schädigung bei der Mazeration sowie wegen ungenügender Füllungszustände nicht ausgewertet werden.

Histologisch zeigten beide untersuchten Lappen auch im Bereich des durchtrennten Stieles keine nekrotischen Bezirke. So erkennt man in Abb. 32 (S. 55) den invertierten vitalen Rundstiellappen sowie die ihn bedeckende Haut.

Das einzige Korrosionspräparat zeigt in jetzt bekannter Weise wiederum, wie die A. und V. thoracodorsalis auch an den primär kranial durchtrennten invertierten Rundstiellappen heranziehen. Insgesamt findet sich jedoch beidseits ein derart feines und dichtes homogenes Maschenwerk von Gefäßen dritter Ordnung, daß selbst unter dem Operationsmikroskop die darunter gelegenen größeren Gefäße auch an dem 23 Tage zuvor durchtrennten Lappenende nicht zu erkennen sind.

3.3. Der frei implantierte, autogene, invertierte Rundstiellappen
Von den insgesamt 4 frei implantierten Hautschläuchen mußte ein Lappen wegen eines großen Abszesses nach drei Wochen entfernt werden, die übrigen drei Lappen wurden zwischen dem 16. und 21. Tag entfernt. Dabei zeigten sich beim Eröffnen des Schlauches im Lumen schmierig-eitrige Ansammlungen. Die Epidermis war in allen Fällen äußerst blaß gefärbt, auf leichten Zug konnte sie mit dem Korium leicht gelöst werden.

Histologisch erkannte man bei allen Präparaten, wie auch in Abb. 33 (S.55), im zentralen Lumen freien Eiter und Zelldetritus, das mehrschichtige Plattenepithel war an vielen Stellen nur noch spärlich erhalten. Insgesamt bestand in allen Fällen zwischen dem 16. und 21. Tag eine in Organisation begriffene Nekrose im Bereich des gesamten implantierten Hautschlauches.

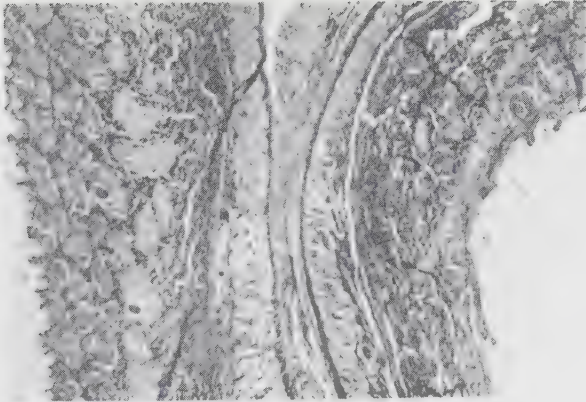


Abb. 32 : Histologischer Querschnitt durch einen 15 Tage alten einseitig durchtrennten invertierten Rundstiellappen des Kaninchens. Rechts Lumen des invertierten Rundstiellappens, links bedeckende Haut. (Vergr. 16 fach)

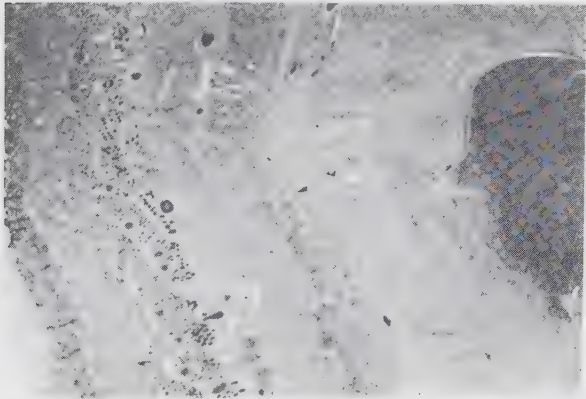


Abb. 33 : Histologischer Querschnitt durch einen frei implantierten invertierten Rundstiellappen des Kaninchens. Rechts Lumen des nekrotischen invertierten Rundstiellappens, mit Eiter angefüllt, links vitale bedeckende Haut. (Vergr. 16 fach)

3.4. Der sekundär beidseits durchtrennte invertierte Rundstiellappen

Diese Lappenform wurde nur einmal gebildet und histologisch aufgearbeitet. Nachdem primär ein beidseits gestielter invertierter Rundstiellappen angelegt worden war, erfolgte 12 Wochen später die gleichzeitige Durchtrennung beider Stiele (Abb.34 ; S. 57) und 6 Wochen später die Excision des Lappens (Abb.35 ;S.57). Obgleich makroskopisch keine Einsprossung von größeren Gefäßen in dem Lappen aus der unmittelbaren Nachbarschaft zu erkennen war (Abb. 35; S. 57), fanden sich histologisch keine Hinweise für eine Lappennekrose (Abb. 36; S. 58), sondern in allen Schichten zwischen Epidermis und Panniculus carnosus vitale Strukturen mit teilweise großen Gefäßen wie in Abb. 36 (S.58) in der Mitte des Panniculus carnosus. Auf dem histologischen Schnitt ist es jedoch unmöglich, dieses Gefäß näher hinsichtlich seines Ursprunges und Versorgungs-ortes weiter zu verfolgen.

4.0. Die Gefäßversorgung des invertierten Rundstiellappens aus der Rumpfhaut des Minischweines

4.1. Der invertierte Rundstiellappen

Diese nur einmal angelegte Form platzte im Bereich der Narbe der bedeckenden Haut an beiden Seiten postoperativ in einer Länge von 2 bis 3 cm auf, wobei es bis zur Entnahme am 16. postoperativen Tag nie zu einer Beruhigung der Entzündung kam. Insgesamt ist zu bemerken, daß die Pflege der Nähte sehr schlecht durchzuführen war, da sich diese Versuchstiere häufig an den operierten Stellen rieben und kratzten.

Histologisch fanden sich einige stärkere Entzündungsherde, wobei auch Nahtmaterial gefunden wurde. Ansonsten erschien dieser Lappen völlig vital und bot histologisch keinen Anhalt für eine Mangel-durchblutung.

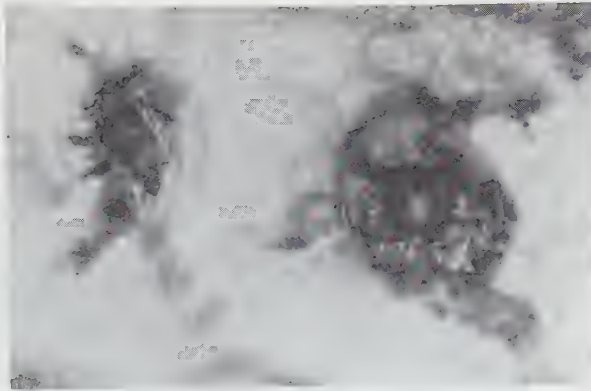


Abb. 34 : Zustand nach sekundärer doppelseitiger Stieldurchtrennung eines invertierten Rundstiellappens.

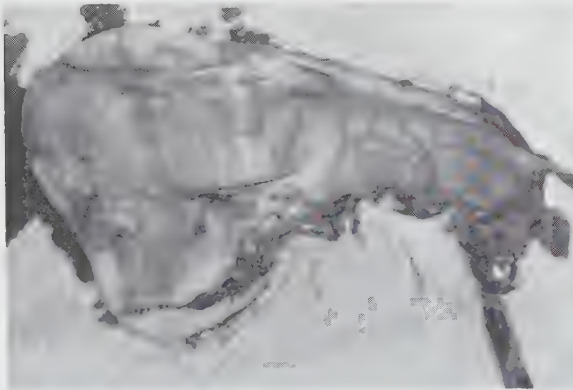


Abb. 35 : Excision eines sekundär doppelseitig durchtrennten invertierten Rundstiellappens. Nach Schwenkung des Lappens blickt man auf seine Unterseite.

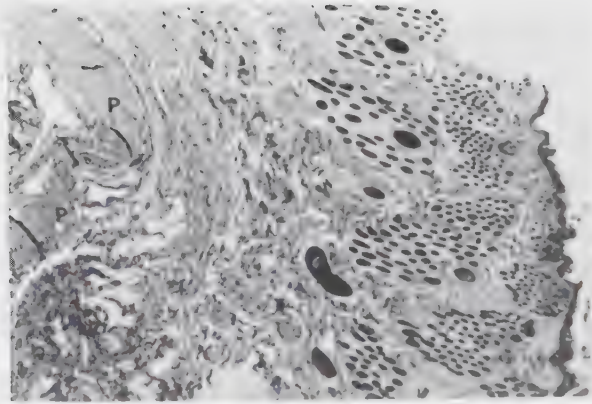


Abb. 36 : Histologischer Querschnitt durch einen sekundär doppelt durchtrennten invertierten Rundstiellappen des Kaninchens. (Vergr. 32 fach) Panniculus carnosus (P) mit Arterie.

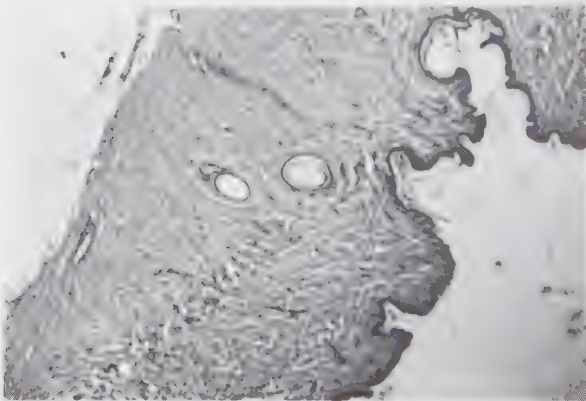


Abb. 37 : Primär einseitig durchtrennter, 4 Wochen alter invertierter Rundstiellappen des Zwergschweines (Vergr. 16 fach).

4.2. Der primär einseitig durchtrennte invertierte Rundstiellappen

Hiervon wurden zwei Lappen gebildet, die sich postoperativ nur geringfügig an einigen Nahtstellen infizierten.

Histologisch fanden sich auch an dem peripher vom Lappenfuß gelegenen Areal keine nekrotisierten Gebiete (Abb. 37; S. 58).

4.3. Der frei implantierte autogene invertierte Rundstiellappen

Der Vollständigkeit halber wurde ein frei implantierter invertierter Rundstiellappen angelegt und nach 18 Tagen wieder entfernt. Dabei zeigte sich bei der Excision, daß mehrere feine Gefäße bis an die Wand des Rundstiellappens, der makroskopisch keine Nekrose vermuten ließ, zogen. Nach Eröffnen des Schlauchlumens und Entfernen von schmierig-eitrigen Massen fand sich eine blasse Haut, die sich leicht abziehen ließ.

Histologisch zeigte sich bei diesem Schlauch sowohl eine zentrale Abszeßhöhle als auch eine leukozytäre Demarkierung in der Tiefe mit Abbauprozessen zum Gefäßlumen hin.

E Diskussion

1.0. Vergleichende Feststellungen zur Gefäßversorgung von evertierten und invertierten Rundstiellappen

Um bei der Bildung der Hautlappen eine ausreichende Blutversorgung zu gewährleisten, müssen bestimmte Längen-Breitenverhältnisse berücksichtigt werden. Während einerseits gefordert wird, daß die Länge eines Lappens nicht mehr als das Eineihalb- bis Zweifache seiner Breite überschreiten darf (CONWAY et al., 1949; STAUB, 1956; DUFORMENTAL u. MOULY, 1959) kann das Längen-Breitenverhältnis 3 : 1 (DENECKE, 1952) bis 4 : 1 (CORSO, 1972), ja selbst bis zu 8 : 1, wie es SMITH (1973) im Tierexperiment zeigen konnte, betragen, ohne daß es zu Lappennekrosen kommt. Dabei handelt es sich im letztgenannten Fall um einen sogenannten Arterienlappen, d.h. daß dieser Hautlappen eine anatomisch definierbare Arterie enthält. Damit konnte erneut die Feststellung von MILTON (1970) bestätigt werden, daß das Längen-Breitenverhältnis bei der Planung von Hautlappen nur insofern eine Rolle spielt, als in dieses Gebiet ein größeres Blutgefäß mit einbezogen wird. Obgleich in dieser Versuchsserie das Bestreben dahin ging, einen doppelt gestielten Arterienlappen anzulegen, wurde dennoch das in der Literatur für den konventionellen Rundstiellappen am häufigsten angegebene Verhältnis der Länge zur Breite wie 2 : 1 gewählt. Damit sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, die ersten Ergebnisse des invertierten Rundstiellappens mit den bekannten Daten des konventionellen Rundstiellappens zu vergleichen, sowie die Kenntnisse der Versorgung des konventionellen Rundstiellappens mit einer neuen Untersuchungsmethode zu prüfen. Ziel dieser Arbeit konnte es jedoch nicht sein, systematisch nach Grenzbedingungen für das Überleben des invertierten Rundstiellappens zu suchen, vielmehr war es zunächst das Bestreben, eine standardisierte Methode zur dreidimensionalen Darstellung des gesamten Gefäßsystems von Hautlappen zu finden, und typische Merkmale der Gefäßversorgung der in dieser Art noch nicht erforschten röhrenförmigen Hautlappen qualitativ zu erfassen.

Wenn dennoch in einer kleinen Serie der doppelt gestielte Hautlappen durch primäre oder sekundäre ein- oder doppelseitige Stieldurchtrennung in seiner Ernährung gedrosselt wurde, so sollte in diesem Rahmen lediglich grob orientierend sondiert werden, in welchem Ausmass eine Ernährung über die radiär aus der unmittelbaren Nachbarschaft in den Lappen einspriessenden Gefässen möglich ist.

Die histologische Aufarbeitung zeigte erwartungsgemäss deutlich, dass sowohl der Rundstiellappen als auch der invertierte Rundstiellappen mit den einheitlich gewählten Abmessungen von 10 mal 5 cm auch bei primär einseitiger Stieldurchtrennung überlebten.

Die vergleichenden Untersuchungen von Korrosionspräparaten der konventionellen und invertierten Rundstiellappen brachten bezüglich Gefässtruktur und Füllungszustand sowohl aufschlussreiche Gemeinsamkeiten als auch lappenspezifische Befunde. So fiel zunächst auf, dass sich bei allen verwertbaren Hautlappenpräparaten besonders die feinen Gefässe besser und gleichmässiger darstellten als im Bereich der übrigen Hautpartien. Lediglich im unmittelbaren Einzugsbereich der Lappenfüsse, wobei oft das Gebiet um den kaudalen Fuss sich besser darstellte als kranial, zeichnete sich ebenfalls wie bei den Zuständen nach Wundnaht und Entzündungen ein teilweise äusserst dichtes Netz feinsten Gefässausgüsse ab, die bei Betrachtung unter dem Operationsmikroskop ein gleichmässig angeordnetes dreidimensionales Netzwerk zeigten. Im Bereich der gebildeten Lappen selbst hingegen kann, wenn eine Unterteilung der Kalibergrösse der Gefässe in drei Gruppen erfolgt, eine deutliche Gesetzmässigkeit der Verlaufsrichtung in Beziehung zur Grösse der Gefässe beobachtet werden. So zeigte sich, dass sowohl beim Rundstiellappen als auch beim invertierten Rundstiellappen die grossen Gefässe in Längsrichtung, die oft quer abgehenden mittelgrossen Gefässe in Quer- und die feinsten Gefässausgüsse erneut vermehrt in Längsrichtung orientiert sind.

Grundlegende Unterschiede bestehen jedoch - bedingt durch die besondere Konstruktion des invertierten Rundstiellappens - in der topographischen Beziehung zwischen Gefäßnetz und Oberfläche der beiden Formen des Rundstiellappens.(Abb.46;S.77)

1.1. Konventioneller Rundstiellappen

Im konventionellen Rundstiellappen nehmen die Hauptgefäße einen zentralen, in der Achse des Rundstiellappens gelegenen Verlauf (Abb. 38; S. 63), geben in charakteristischer Weise in radiärer Richtung kleinere Gefäße ab, die sich ihrerseits bäumchenartig in feine Gebilde aufteilen (Abb. 39; S. 63), die wiederum eine deutliche Ausrichtung parallel zur Längsachse zeigen. Während nach GERMANN et al. (1933) sich die kleinen Gefäße nach anfänglich unregelmäßigem Verlauf nach 24 Stunden zur Längsachse des Rundstiellappens orientieren, konnten BELLMANN u. VELANDER (1960) diese Feststellung nicht bestätigen, ohne allerdings auch auf die typische Verlaufsrichtung der mittelgroßen Gefäße einzugehen. Was die Kalibergröße innerhalb des Rundstiellappens betrifft, so konnte LENTRODT (1969) zeigen, daß durch das Auswärtsrollen des Lappens bei Zwergschweinen eine Änderung des Gefäßmusters auftritt insofern, als die zentralen Gefäße nur im Bereich der Lappenmündung ein großes Kaliber besitzen, sich jedoch bereits in den Anfangsteilen des Rundstiellappens unter Größenabnahme aufzweigen. Auch aufgrund der vorliegenden Präparate kann ebenfalls die Vermutung geäußert werden, daß durch das Auswärtsrollen des Hautlappens insgesamt ungünstigere Verhältnisse für das Gefäßsystem geschaffen werden, da zwar das gesamte Gefäßsystem gut zur Darstellung kam, der Füllungszustand des invertierten Rundstiellappens jedoch noch ausgeprägter war. Da weiterhin bei einigen Rundstiellappen im Durchschnitt 2 bis 3 Hauptgefäße und beim invertierten Rundstiellappen 3 bis 4 Hauptgefäße gefunden wurden entstand die begründete Vermutung, daß ebenfalls konstruktionsbedingt der invertierte Rundstiellappen zusätzliche Vorteile bietet, jedoch muß dies an einer größeren Serie weiter kontrolliert werden. Theoretisch wäre es jedoch erklärlich, daß durch Einwärtsrollen des Hautlappens und Bildung einer Röhre sich die Gefäße auf einer größeren Fläche entfalten können, ohne, wie es beim Auswärtsdrehen möglich ist, von außen komprimiert zu werden.



Abb. 38: Korrosionspräparat eines 22 Tage alten Rundstiellappens (R).



Abb. 39: Teilansicht eines Rundstiellappens. Bäumchenartige Strukturen der Abzweigungen der zentralen Hauptarterie.

1.2. Invertierter Rundstiellappen

Die charakteristische Grundstruktur des invertierten Rundstiellappens zeigt, dass die Hauptgefäße an der Aussenwand in Längsrichtung, die mittleren Gefäße ringförmig um die Längsachse und die feinen Gefäße im Bereich des Lappenlumens radiär nach innen und an der Aussenfläche in Längsachse ziehen (Abb. 27 S. 49, Abb. 40/41 S.65, Abb. 46 S.77). Da aufgrund der Ausgussmethode immer das gesamte Gefäßsystem der bedeckenden Haut des Versuchstieres zur Darstellung kam, war es möglich, normale Hautpartien auf der Gegenseite an den korrespondierenden Stellen der Rundstiellappen zu untersuchen. Dabei konnte festgestellt werden, dass im gesamten Rumpfbereich eine strenge Parallelität der Hautgefäße in Längsachse besteht (Abb.42 S.66). Da andererseits die Lappen prinzipiell parallel zur Wirbelsäule angelegt wurden, bestand somit von Anfang an eine Übereinstimmung von Lappenachse und Richtung der kleinen Gefäße.

Im Bereich der Lappenfüsse erkennt man auch beim invertierten Rundstiellappen an einigen Präparaten eine auffällig vermehrte, sternförmige, auf die Mündung gerichtete Gefäßzeichnung. So stellt sich in Abb.43 (S.66) ein 18 Tage alter invertierter Rundstiellappen im Bereich der Einmündungsstelle zum Lumen mit einem filzartigen feinsten Maschenwerk dar, das durch zwei starke paarige Gefäße umrahmt wird, von denen zahlreiche kleine bis mittlere arterielle Gefäße abgehen. Ausserhalb dieses Bereiches finden sich nur spärliche Ausgüsse. Auch wenn durch diese gabelförmige Einrahmung des feinen Gefäßgespinnstes eine grössere Stabilität und dadurch ein besserer Schutz vor mechanischen Einflüssen während des Mazerationsprozesses bestand, erklärt dies nicht allein die deutlich dichtere Gefäßstruktur im Vergleich zu den korrespondierenden Regionen der Gegenseite. Es muss sich somit um Gefäßneubildungen im Bereich der Lappenfüsse handeln.

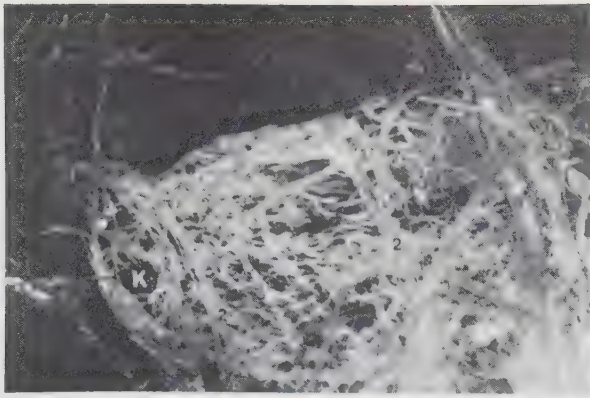


Abb. 40 : Teilansicht eines invertierten Rundstiellappens (18. Tag) mit kranialer Oeffnung (K). Querer Verlauf der Gefäße 2. Ordnung (2) .



Abb. 41 : Ausschnitt von Abb.40, paralleler, gleichgerichteter Verlauf der Gefäße 3. Ordnung (3);Vergr. 25 fach.



Abb. 42 : Ausschnitt der normalen Haut am seitlichen Rumpf des Kaninchens.
Luftblasen (L), die zum Abbruch des großen Gefäßausgusses führten.

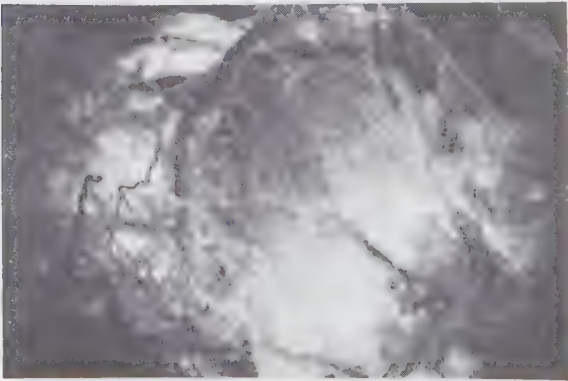


Abb. 43 : Vermehrte Gefäßzeichnung am Lappenfuß (18. Tag).

Die besondere Konstruktion des invertierten Rundstiellappens lässt eine zusätzliche Gefäßversorgung aus der unmittelbaren Nachbarschaft zu, jedoch liess sich das korrosionstechnisch nicht für alle Gebiete des Lappens beweisen. Immerhin gelang es, durch die Gefäßdarstellung des gesamten zuführenden Systems eindeutig festzustellen, dass Seitenäste der A. und V. abdominalis cranialis oftmals in die Mitte des Lappens einmündeten (Abb.28.29).

1.3 Zusätzliche Information aus dem Experiment der Stieldurchschneidung

Neben dieser korrosionstechnisch erkennbaren topographischen Anatomie der Gefäße muss es jedoch nach einer Einheilungsphase der Lappen zusätzlich zu einem mikrozirkulatorischen Anschluss aus seiner unmittelbaren Nachbarschaft kommen. Dies ist jedenfalls aufgrund der in B 3.1.6. beschriebenen Versuchsanordnung zu postulieren, da die histologische Kontrolle eines 3 Monate alten invertierten Rundstiellappens, der 6 Wochen vor seiner Entnahme an beiden Füßen durchtrennt wurde, eindeutig zeigt, dass seine Vitalität durch die beidseitige Stieldurchtrennung nicht gelitten hat. Histologisch lässt sich jedoch nicht sicher eine Vermehrung der Mikrozirkulation am Lappenrand erkennen. Andererseits ist es bei der Korrosionstechnik in diesem mikrovaskulären Bereich schwer möglich, in dem filzartigen Netzwerk einzelne Verläufe der Gefäße über längere Strecken zu verfolgen (Abb. 25; s.47, Abb. 27; S 49, Abb 44; S.68). Der Abstand zwischen bedeckender Haut und Lappen wird zusätzlich kürzer, weil der Panniculus carnosus atrophiert (Abb.44, S.68), ein Umstand, der wiederum möglicherweise auch die direkte Revaskularisation erleichtern könnte. Andererseits ist eine temporäre Ernährung über Diffusion zu erwägen, wie man es von Vollhauttransplantaten in der Ohrchirurgie her kennt (Bantlow) oder in der plastischen Chirurgie (Davis u. Traut, 1926; Smahel u. Clodius, 1976).

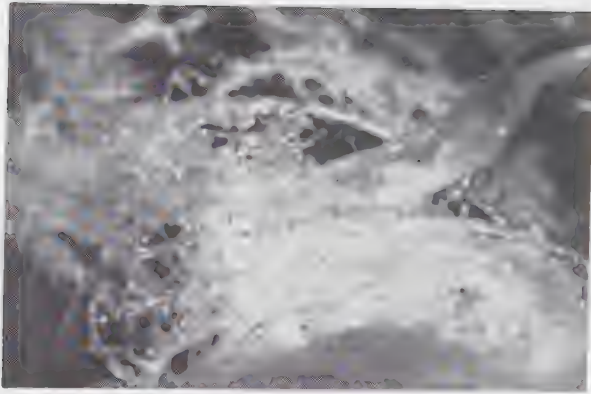


Abb. 44: Korrosionspräparat eines invertierten Rundstiellappens (Ausschnitt von Abb. 27; S. 47) Arterie und Vene der Haut strahlen von oben in den Lappen ein.

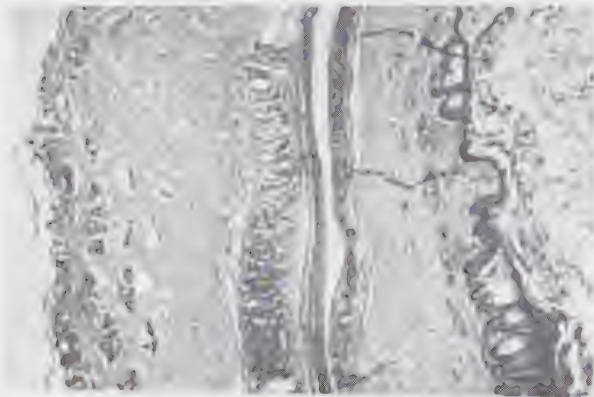


Abb. 45: 4 Wochen alter invertierter Rundstiellappen mit teilweise atrophiertem Panniculus carnosus (P). Rechts Lumen des Schlauches, links bedeckende Haut.

2.0. Besonderheiten der Gefäßversorgung der Rumpfhaut des Kaninchens und des Zwergschweines

Bei der Erforschung neuartiger Hautlappenkonstruktionen, insbesondere ihrer Überlebensfähigkeit, die eng mit der Gefäßversorgung zusammenhängt, sind wir auf die Tierversuche angewiesen. Bei der Wahl geeigneter Säugetiere muß dabei sowohl der anatomische Aufbau als auch die Gefäßversorgung der Haut, die bei den verschiedenen Tierarten ganz unterschiedlich sein können, berücksichtigt werden. Insgesamt lassen sich die gebräuchlichsten Versuchstiere nach DANIEL u. WILLIAMS (1973) in "loose skin"- und "fixed skin"-Tiere einteilen. Dabei besteht der Unterschied zwischen einem "loose skin"-Labortier - wie etwa dem Kaninchen - gegenüber der menschlichen Haut darin, daß es ein zusätzliches muskulo-kutanes System besitzt, d.h. seine Haut wird von sogenannten "Hautarterien" von entlegenen Verteilungspunkten im Panniculus carnosus heranziehend gespeist. Beide Gebilde fehlen beim Schwein und beim Menschen, bei denen die Hautarterien der Rumpfhaut aus den regionalen Segmentarterien kurzwegig versorgt werden.

2.1. Die gerichtete Gefäßanordnung entlang des Panniculus carnosus

Anhand von Korrosionspräparaten konnten die längsgerichteten Hautarterien im Bereich des Panniculus carnosus eindeutig dargestellt werden (Abb. 19; S. 38). Durch entsprechende Ortswahl bei der Anlegung des Lappens konnte in allen Fällen, auch unter optischer Kontrolle, die A. und V. thoracodorsalis mit in den Lappen einbezogen werden, so daß es sich in solchen Fällen um einen Arterienlappen handelte.

Anders als beim Menschen stand jedoch beim Kaninchen der in die Tiefe verlagerten invertierten Rumpfhaut kein sehr gefäßreiches Wundbett zur Verfügung, aus dem heraus sich eine zusätzlich radiär gerichtete Gefäßversorgung entwickeln könnte, da die Arteriae perforantes in der Regel im Muskel enden und nicht seine Fascie durchdringen. Diese Möglichkeit, die natürlich eine Revitalisierung der verlagerten Haut an allen Stellen des Lappens gleichzeitig fördern könnte, sollte aber gerade überprüft werden. Insofern bot das Kaninchen geradezu erschwerte Versuchsbedingungen.

Andererseits wurde es jedoch dadurch möglich, an diesem Versuchstier die zunächst im Vordergrund stehende Blutversorgung des invertierten Rundstiellappens von den Füßen her zu untersuchen, ohne daß anfangs Überlagerungen von der Seite hinzukommen, die dann eine exakte Zuordnung und Wertung beider Spenderregionen erschweren würde. Deshalb muß nach geeigneteren Versuchstieren gesucht werden, wenn es gilt, die radiären Gefäßeinsprossungen aus dem unmittelbaren Wundbett des versenkten invertierten Rundstiellappens zu erforschen.

2.2. Zusätzliche Beobachtungen am Minischwein

Für diese Fragestellung eignet sich das Zwergschwein aufgrund der oben beschriebenen Gefäßanatomie, wobei dann die Gefäßeinsprossung direkt von den Arteriae perforantes erfolgt, jedoch bringt dieses Versuchstier auch mehrere Nachteile mit sich. Schon Hautdicke und Ausmaß des subkutanen Fettgewebes erschweren die Bildung eines Schlauches durch Einrollen der Hautbrücke erheblich. Die anschließenden Hautnähte müssen exakt durchgeführt werden, um der Spannung der Haut entgegenzuwirken sowie Dehissenzen zu vermeiden. Dies gestaltet sich bei breiteren Lappen zwar einfacher, jedoch erschwert sich dann der primäre Wundverschluß über dem versenkten invertierten Rundstiellappen. Bedingt durch das feste Aufsitzen der Haut auf den darunterliegenden tieferen Schichten bringt die subkutane chirurgische Mobilisation nur wenig Entlastung und Materialgewinn.

Die histologische Auswertung zeigte, daß sowohl der in der Anlage schmalere und länger gewählte invertierte Rundstiellappen als auch die beiden in Anlehnung an die Versuche von MYERS dorsal durchtrennten Stiele keine Lappennekrosen aufwiesen.

Die 4 beim Zwergschwein angelegten Hautlappen finden aufgrund der oben beschriebenen anatomischen Situation völlig andere Bedingungen vor. Die Ernährung vom Lappenfuß her ist nicht so ausgeprägt wie bei dem verwendeten Kaninchenlappen, jedoch bestand bei der Besichtigung während der Excision eine bessere Versorgung aus dem

unmittelbaren Wundbettbereich. Diese Situation führt zwar dazu, daß die einseitig durchtrennten Lappen trotz ihrer ungünstigen Längen-Breitenrelation überlebten, daß jedoch auch verständlicherweise der primär beidseits durchtrennte invertierte Rundstiellappen untergeht.

Das Korrosionsverfahren wurde bei Schweinen noch nicht angewendet, da diese aufwendige und anfällige Methode zunächst an kleineren Tieren in einer größeren Serie erprobt werden sollte, und da auch offenbar beim Schwein große Probleme bei der Durchführung dieses Verfahrens entstehen, so daß z. B. LENTORDT (1969) diese Methode wieder verließ. Da andererseits das Kaninchen am häufigsten für die Erforschung des Rundstiellappens herangezogen wurde, und die gewonnenen Ergebnisse mit den bisherigen Erfahrungen verglichen werden sollten, wurde nur noch mit Kaninchen gearbeitet, zumal es durchaus für grundlegende Vorversuche geeignet erschien.

3.0. Die methodische Anwendbarkeit von Gefäßfüllungen und Korrosion

3.1. Bisherige Untersuchungen im Schrifttum

Ogbleich eine unübersehbare Anzahl an Mitteilungen über die Blutzirkulation der Haut und des Unterhautfettgewebes von Nahlappen und Rundstiellappen sowohl der "loose skin"- als auch der "fixed skin"- Tiere und des Menschen vorliegt, läßt sich noch keine vollständige und klare Darstellung des Gefäßsystems erkennen. Wesentlich zum Verständnis der Blutversorgung ist jedoch die räumliche Anordnung des Gefäßsystems. Eine direkte Darstellung mit der Möglichkeit einer stereoskopischen Betrachtung ist bis heute nur bei den Aufhellungspräparaten nach SPALTEHOLZ beschrieben, wobei der Gefäßverlauf bei den feinen Rasierklingenschnitten nur über eine kurze Entfernung möglich ist. Totale Darstellungen, die den gesamten Verlauf der Gefäße und ihre räumliche Zuordnung untereinander zeigen, sind aus dem Schrifttum nicht bekannt. Darüber hinaus war eine arteriovenöse Differenzierung nur histologisch möglich und konnte lediglich anhand von Serienschnitten räumlich rekonstruiert oder graphisch darge-

stellt werden. Injektionsmethoden können diese Frage auch nicht beantworten, so daß u. a. LENTRODT nur allgemein von "Blutgefäßen" spricht, ohne eine arterielle und venöse Differenzierung durchzuführen. Auch die radiologische Darstellung des Gefäßsystems (STURRMANN u. TERRY) blieb nur teilweise erfolgreich, wobei es zwangsläufig immer zu Überlagerungen kommt.

Bisher versuchten lediglich STARK u. de HAAN sowie STURRMANN u. TERRY, den konventionellen Rundstiellappen mit Vinylacetatfüllungen darzustellen. Dies gelang jedoch nur ungenügend, da die Autoren direkt von der Bauchhaut aus ein Gefäß aufsuchten und injizierten. Dabei mußte es zwangsläufig zu unvollständigen Darstellungen kommen, da sich bei dieser Methode nicht alle Gefäße füllen lassen. Außerdem wird nicht beschrieben, ob es sich dabei um Arterien oder Venen handelte, obgleich sich die großkalibrigen Venen eher dafür anbieten.

3.2. Besonderheiten der eigenen Methodik

Ziel dieser Arbeit sollte es sein, eine neue Lappenform, den invertierten Rundstiel als Wanderlappen besonders im Hinblick auf seine Gefäßstruktur zu erforschen, weil nach CONWAY die Überlebensfähigkeit von Hautlappen in erster Linie von der Vaskularisation und Durchblutung abhängt. Da jedoch in der plastisch-rekonstruktiven Lappenchirurgie nach SUNDELL (1964) und DENECKE (1968) der venöse Abfluß einen noch größeren Einfluß auf die Überlebensfähigkeit besitzt als der arterielle Zustrom, andererseits MILTON (1970) eine insuffiziente arterielle Zufuhr für eine Lappennekrose verantwortlich macht und anhand von Tierversuchen feststellt, daß für das Überleben eines Lappens Arterien, Venen und Kapillargefäße notwendig sind, war es das Bestreben, beide Systeme differenziert darzustellen. Darüber hinaus scheint von großer Wichtigkeit die topographische, dreidimensionale Zuordnung der Gefäße zueinander zu sein, insbesondere da es sich hierbei nicht um ein kompaktes durchgehendes, sondern um ein röhrenförmiges Gebilde handelt. Bei der Durchsicht der Literatur fällt auf, daß es bisher mit keiner Methode gelang, all die gestellten Fragen umfassend zu beantworten. Was die Ausbildung des endgültigen Gefäßmusters, soweit es den hin-

reichend erforschten Rundstiellappen betrifft, angeht, so schwanken selbst dort die Angaben zahlreicher Autoren, je nach Untersuchungsobjekt und Methode. Alle Tests sind nur in der Lage, gezielt einzelnen Fragen der Vaskularisation und Durchblutung nachzugehen.

Mit der hier angewandten Methode gelingt es jedoch andererseits exakt, differenziert und umfassend sowohl das arterielle als auch venöse System des gesamten Tieres und insbesondere gleichzeitig sowohl des Rundstiellappens als auch des invertierten Rundstiellappens vollständig darzustellen. Dabei ist es möglich, auch die feinsten Gefäße bis zu einer Größenordnung von unter 20 μ darzustellen (Abb. 16,17; S. 36). Diese guten Füllungszustände werden jedoch nicht in jedem Fall erwünscht, da sie so ausgeprägt sein können, daß sie tiefer gelegene Strukturen verdecken, so daß diese auf Anhieb nicht ausgewertet werden können. Es ist jedoch möglich, unter dem Operationsmikroskop die Feinstrukturen präparatorisch zu beseitigen.

Bei der angewendeten Methode handelt es sich um Darstellungen von Gefäßausgußmodellen, wobei zu berücksichtigen ist, daß es durch den Injektionsdruck teilweise zu einer Gefäßerweiterung kommen kann. Dabei muß jedoch zwischen zentralen und peripheren Gefäßen unterschieden werden. Während die großkalibrigen Arterien und Venen durch forciertes Injizieren der Kunstharzmischung schon makroskopisch teilweise in ihrer Kalibergröße zunehmen können, bestand das Hauptproblem dieser Methode in der Darstellung der Hautgefäße. Dabei scheinen viele Faktoren erfolgreiche Darstellungen von Hautgefäßen zu erschweren. So kommt es während der vorbereitenden Präparation zur Zentralisierung des Kreislaufs, wenn nicht sofort Volumen arteriell aufgefüllt wird. Dennoch muß den schlechten Füllungsergebnissen zufolge über längere Zeit postmortal mit reflektroischen Vaso-konstriktionen der glatten Gefäßmuskulatur gerechnet werden. Anhand von Vorversuchen wurde deshalb zunächst versucht, dieses Reflexverhalten durch Lagerung des Tieres post mortem über 48 bis 72 Stunden zu

umgehen, jedoch fanden sich danach, wohl durch die fortschreitende Autolyse bedingt, störende Extravasate. Deshalb erfolgte anschließend eine Versuchsreihe mit den verschiedensten Vasodilatoren, wobei sich die Präparate Niconacid^R, Regitin^R und Histamin^R am besten bewährt hatten. Weiterhin dürfte die Art und Weise der Gefäßinjektionen sowie der Viskositätsgrad der Injektionsmasse Einfluß auf die Polymerisationsgeschwindigkeit und den Füllvorgang in den Gefäßen haben. Zum einen sollen nach Auskunft von ZAHRADNIK, Verwalter am Institut für Werkstoffwissenschaften V (Kunststoffe) der Universität Erlangen-Nürnberg, unterschiedliche Injektionsdrücke und Geschwindigkeiten die Polymerisation beschleunigen, zum anderen hängt die Füllung sehr vom Injektionsdruck und dem peripheren Widerstand sowie den Winkeln der abzweigenden Gefäße ab. Bei Probefüllungen an Rinderplazenten konnte unter dem Mikroskop eindeutig beobachtet werden, daß sich zunächst die größeren Gefäße mit ihren stumpfwinkligen Abzweigungen füllten und erst später die Gefäße, die im spitzen Winkel von den größeren Gefäßen abgingen.

Das Hauptproblem der Füllung von Hautgefäßen scheint zu sein, daß die Wegstrecke, welche die Injektionsmasse zurückzulegen hat, sehr lang ist, wobei sicherlich diese Masse bei abnehmender Menge und zunehmender Kontaktfläche schneller reagiert. So konnte während des Versuchs immer wieder beobachtet werden, daß kleinste Gefäßausgüsse z.B. im Bauchdeckenbereich schnell aushärten.

Andererseits lassen sich gefäßreiche Gebiete, besonders im Kapillarbereich, äußerst gut füllen, so fanden sich stets als Nebenprodukte feinste Ausgußpräparate der Pfoten, der Schnauze (Abb. 13; S. 31), der Löffel sowie aller parenchymatöser Organe (Abb. 27; S. 49). Gleichzeitig fand sich jedoch im Bereich der Haut sowie des Operationsgebietes eine vergleichbar hohe Quote von Füllungsdefekten. Dafür scheinen zumindest zwei weitere Ursachen verantwortlich zu sein. Zum einen läßt es sich, wie Vorversuche in vitro zeigten, auch bei verlangsamtem Polymerisationsvorgang nicht immer vermeiden, daß es beim Auspolymerisieren zu Blasenbildungen kommt (Abb. 42; S. 66). Dadurch wird die Kontinuität des erhärteten Materials unterbrochen und die distalen Anteile gehen dann verloren. Zum anderen können die feinen, nur wenig elastischen Gefäßausgüsse durch die anschließende Mazeration selbst abgebrochen werden und verlustig gehen, zumal wenn nur einzelne feine Gefäße lange Strecken ohne

stabilisierende oder schützende Strukturen gesichert werden, wie es im Bereich kapillarisierten Gebietes oder im Bereich des Schädelinneren oder der Wirbelkörper, wo sich feinste Gefäßstrukturen bis in den 10 μ -Bereich nachweisen lassen, der Fall ist. In diesen Fällen verursachen die durch den Mazerationsvorgang mit konzentrierten Laugen anfallenden Verseifungsprozesse allein durch ihr Gewicht teilweise großen Schaden. Andernfalls können schon kleinste Erschütterungen zur Zerstörung führen. Erst in der Mitte der laufenden Versuchsreihe konnte diese Gefahrenquelle weitgehend gelöst werden. Da erfahrungsgemäß das Kaninchenfell der Lauge am längsten standhält und dann zu starker Verseifung führt, wurden die Tiere zunächst über mehr als 24 Stunden in 60 bis 70°C heißes Wasser gelegt, wonach sich das Fell mühelos und leicht vom Kern abstreifen ließ, ohne daß es zur Zerstörung der Hautgefäße kam (Abb. 14,15; S. 35).

Neben der erfahrungsgemäß notwendigen subtilsten Präparation zur Vorbereitung des Füllungsvorganges, wobei insbesondere alle eröffneten Gefäße unterbunden werden müssen, da es sonst zum Ausfließen des Injektionsmittels und damit zum Abfall des Injektionsdruckes kommt, gibt es sicherlich weitere Faktoren für die hohe Ausfallrate, die bisher noch nicht restlos zu klären sind.

Obgleich die ersten Gefäßausgußverfahren schon 1672 mit Wachsmassen durchgeführt wurden (STEINMANN, 1971) und in neuerer Zeit insbesondere durch SCHUMMER (1935,1951) und SCHLÜTER (1961,1962), auch durch die Anwendung von Kunstharzmassen wesentlich verbessert wurden, muß festgestellt werden, daß sich dieses Verfahren zwar gut zur Darstellung gefäßreicher Gebiete eignet, wie etwa Teilregionen des Schädels oder der Füße (VOLLMER et al. 1962; LENZ,1971; HUNDEIKER, 1972), des Herzens (HEGER et al., 1976), der Leber (MURAKAMI et al., 1974; SCHÄFER et al, 1975), der Niere (MURAKAMI, 1972) oder des Glomus caroticum (SCHÄFER et al., 1973), daß es jedoch bis heute bei der Darstellung von Hautgefäßen, wie etwa bei den korrodierten Totalpräparaten von

KNEBEL (1973) zu erkennen ist, weitgehend versagt hat.

Die hier dargestellten Präparate, die in dieser Form bisher noch nicht angefertigt wurden, zeigen jedoch, daß sie mit entsprechender Methode auch gelingen kann. Da diese dreidimensionale Totaldarstellung der räumlich besonders komplizierten Strukturen (Abb.46; S.77) von allen bisherigen Methoden zur Darstellung der topographischen Anatomie der Hautgefäße den wohl größten Aussagewert besitzt, wurde der Schwerpunkt der vorliegenden Studie ganz auf dieses Verfahren gelegt und die begleitende histologische Untersuchung nur kursorisch gehandhabt, zumal über den Rundstiellappen in dieser Richtung schon ausführlich gearbeitet wurde.

3.3. Weitere Möglichkeiten für die Grundlagenforschung

Nachdem gezeigt werden konnte, daß sich auch periphere feine Hautgefäße korrosionstechnisch räumlich und selektiv exakt darstellen lassen, eröffnen sich bei Ausnutzung dieser Methode zahlreiche weitere Möglichkeiten für die Grundlagenforschung, insbesondere was die Darstellung der Gefäße von plastischen Lappenformen vor und nach ihrer Verpflanzung betrifft. Darüber hinaus stehen auf vielen anderen Teilgebieten der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde Fragen offen, die mit dieser Methode weiter abgeklärt werden könnten, sei es nun die Gefäßumwandlung nach strahlentherapeutischer Behandlung oder die Gefäßversorgung des Innenohres.

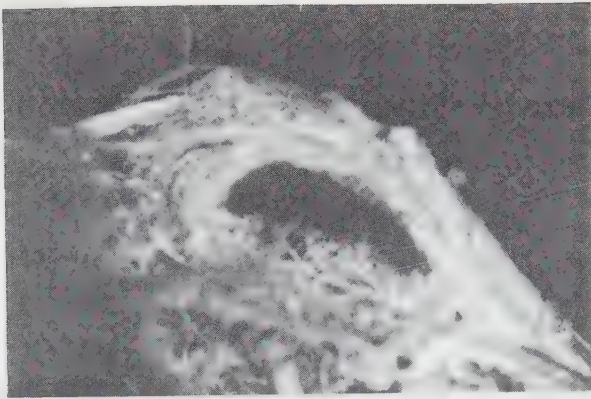


Abb. 46 : Invertierter Rundstiellappen.
Nach innen gerichtete bäumchenartige Ausgüsse von Gefäßen
3. Ordnung.

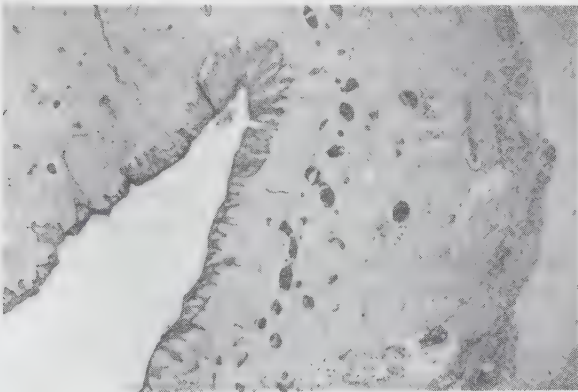


Abb. 47 : Histologischer Querschnitt durch einen invertierten Rundstiellap-
pen vom Menschen.

4.0. Überlegungen zur Anwendung des invertierten Rundstiellappens

4.1. Der invertierte Rundstiellappen als Wanderlappen

Die Tatsache, dass anhand dieser Untersuchungsreihe Anhaltspunkte dafür gefunden werden konnten, daß die Anzahl der den invertierten Rundstiellappen durchziehenden Gefäße im Vergleich zum konventionellen Rundstiellappen sich vergrößern kann und auch die Beobachtung, daß sich die mittleren und kleineren Gefäße insgesamt zahlreicher darstellen, unterstreichen die Überlegungen von WIGAND, diese Lappenform insbesondere wegen der großen Wundfläche, welche die Voraussetzung für eine Revaskularisation aus der unmittelbaren Umgebung schafft, als Wanderlappen weiter einzusetzen. Dabei kommt neben den günstigen Voraussetzungen für eine frühe Revaskularisation von der Seite weiter der vorteilhafte Umstand hinzu, daß der Lappen durch die bedeckende Haut geschützt ist.

4.2. Erste klinische Anwendung und Ausblick

Neben der Anwendung als Wanderlappen eröffnen sich wegen der gleichen günstigen Voraussetzungen für eine zusätzliche Gefäßversorgung Möglichkeiten zur Rekonstruktion von Hohlorganen im Halsbereich, sei es zum Teil- oder Totalersatz von Speiseröhre, Luftröhre oder Kehlkopf. Erste Schritte auf dem Gebiet der Stimmrehabilitation wurden schon unternommen, allerdings sind die Erfahrungen aufgrund der geringen Fallzahl noch nicht groß. So mußte ein invertierter Rundstiellappen, der als tracheo-oesophagale Fistel dienen sollte, wieder entfernt werden (Abb. 47; S. 77), da sein Lumen zu groß war und der Patient deshalb zu starken Speichelfluß hatte. Die histologische Untersuchung zeigte einen gut eingewachsenen Hautschlauch. Die ersten experimentellen und klinischen Ergebnisse ermutigen, mit dem invertierten Rundstiellappen weiterzuarbeiten. Aufgrund der erworbenen Kenntnisse sei, insbesondere bei der rekonstruktiven Chirurgie von röhrenförmigen Hohlorganen besonders im Kopf- und Halsbereich, auf den invertierten Rundstiellappen hingewiesen.

F Zusammenfassung

Die radikale Tumorchirurgie im Halsbereich stellt der plastischen und wiederherstellenden Chirurgie noch teilweise ungelöste Probleme, wenn es gilt, Hohlorgane wie Kehlkopf, Oesophagus oder Trachea teilweise oder total zu rekonstruieren.

Als Grundstein zur Lösung dieser Aufgabe könnte ein mit intakter Innenauskleidung versehener autogener Gewebsschlauch dienen, der eine möglichst große Blutversorgung aus der unmittelbaren Umgebung erhält. Darüber hinaus verfolgte WIGAND mit seiner Idee eines eingerollten Haut- Wanderlappens - des invertierten Rundstiellappens - gleichzeitig die Absicht, durch zusätzliche Vaskularisation aus der unmittelbaren Umgebung eine beschleunigte Wanderung des Lappens zu ermöglichen.

Ziel dieser Arbeit war es, den in dieser Form bisher nicht angewendeten invertierten Rundstiellappen tierexperimentell zu untersuchen.

Um selektiv sowohl das arterielle als auch das venöse System darstellen zu können, mußte eine Korrosionsmethode eigens modifiziert werden. Es handelt sich dabei um ein Gefäßausgußverfahren mit einem Kunststoff aus der Gruppe der Methyl-Methacrylate, der unter der Handelsbezeichnung Technovit 7001 zu erwerben ist.

Nach Vorversuchen an Ratten und 24 Kaninchen konnte die Methode standardisiert werden. In Nembutal- Narkose und nach Gabe von Liqemin und Niconacid^R zur Gefäßerweiterung wurde das Tier mit einer Überdosis Nembutal getötet. Dann erfolgte die Eröffnung und Ausweidung des Abdomens sowie das Einbringen eines Katheters in die Aorta ascendens sowie der Vena cava superior und inferior. Nach anschließender Perfusion mit physiologischer Kochsalzlösung erfolgte die Injektion verschieden angefarbter Kunststoffmischungen, die unter konstantem Druck durch Walzenpumpen über 90 Minuten injiziert wurden. Nach Aushärtung der Masse erfolgte die Mazeration in konzentrierter Lauge.

Da es im Rahmen dieser Arbeit sinnvoll erschien, die ersten histologischen und korrosionstechnischen Beobachtungen vor dem Hintergrund der Kenntnisse über den konventionellen Rundstiellappen zu bewerten, wurde diese Lappenform mituntersucht.

Nach Bildung je eines konventionellen oder invertierten Rundstiellappens an 65 Kaninchen und an zwei Zwergschweinen wurden 10 Hautlappen histologisch ausgewertet und bei 36 Kaninchen Gefäßausgußpräparate angefertigt, wobei sich in 21 Fällen insbesondere im Bereich der Lappenplastiken eine gute Gefäßfüllung zeigte. Bei 18 Kaninchen traten lokale oder allgemeine Komplikationen auf, so daß keine Auswertung möglich war.

Operationstechnisch unterschieden sich beide Lappenformen dadurch, daß der konventionelle Rundstiellappen nach paralleler Hautinzision so ausgerollt wurde, daß die Wundfläche nach innen kam und nach Vernähung der Hautränder ein doppelt gestielter Hautlappen entstand. Die Bildung des invertierten Rundstiellappens erfolgte durch Einwärtsrollen des Brückenlappens, so daß ein Hautschlauch entstand, der durch Vernähen der seitlichen Wundränder unter die Haut verlagert wurde.

Die histologischen Untersuchungen zeigten, daß bei einer Lappen-
ausgangsgröße von 5 x 10 cm beide Lappenformen auch nach primärer Durchtrennung des Stieles überlebten.

Die korrosionstechnischen Präparate zeigten eine bessere Gefäßdarstellung als die übrige Haut, der invertierte Rundstiellappen war seinerseits besser gefüllt als der Rundstiellappen. Weiterhin darf aufgrund der Ausgußpräparate festgestellt werden, daß auch die Anzahl der Hauptgefäße des invertierten Rundstiellappens gegenüber der des konventionellen Rundstiellappens zunimmt. Weiterhin bildet sich an der Basis der Hautlappen ein verstärktes Gefäßnetz sternförmig zur Lappenmündung hin aus. Dagegen kommt es im Hautlappen selbst nicht zur Ausrichtung der Gefäße in Lappenlängsachse, sondern vergleichbare Versuche konnten zeigen, daß diese Parallelität schon vorgegeben ist.

Obgleich das Kaninchen als Versuchstier zur Klärung der Frage der Gefäßeinsprossung aus der unmittelbaren Umgebung nicht geeignet ist wegen seiner mangelnden Gefäßversorgung in der Tiefe, konnte doch gezeigt werden, daß ein unter die Haut versenkter Hautschlauch nach einer Einheilungsphase auch ohne die Ernährung von beiden Lappenfüßen her überleben kann im Gegensatz zum frei implantierten Hautschlauch.

Mit dieser Arbeit konnte bewiesen werden, daß der invertierte Rundstiellappen mehrere Vorteile gegenüber dem konventionellen bietet. Insbesondere kann er durch die zusätzliche Vaskularisation von der unmittelbaren Umgebung her in der plastischen und wiederherstellenden Chirurgie sowohl als Hohlorgan als auch als schneller Wanderlappen angewendet werden.

G Literaturverzeichnis

- 1) ACH, A.: Beiträge zur Ösophaguschirurgie.
J.F.Lemann's Verlag, München 1913
- 2) ASAI, R.: Asai's new voice production method. Substitution for human speech.
Proc. VIIIth.Int.Congr. Otorhinolaryng. Tokyo 1965, p.730
- 3) ASAI, R.: Laryngoplasty after total laryngectomy.
Arch. Otolaryngol. 95, 114-119 (1972)
- 4) BANDTLOW, D.: Experimentelle Untersuchungen zur plastischen Wiederherstellung des Trommelfelles.
Habil.-Schrift, Würzburg 1964
- 5) BAKAMJIAN, V.Y., LITTLEWOOD, M.: Cervical skin flaps for intraoral and pharyngeal repair following cancer surgery.
Brit.J.Plast.Surg. 191-210 (1963)
- 6) BAKAMJIAN, V.Y.: A two-stage method for pharyngoesophageal reconstruction with a primary pectoral skin flap.
Plast.Reconstr.Surg. 36, 173-184 (1965)
- 7) BAKAMJIAN, V.Y., CULF, N.K., BALES, H.W.: Versatility of the deltopectoralflap in reconstructive following head and neck cancer surgery.
Excerpta med.(Amst.), Internat.Congr.Der.174, 808-815 (1969)
- 8) BARAN, N.K., HORTON, C.E.: Growth of skin grafts, flaps, and scars in young minipigs.
Plast.Reconstr.Surg. 50, 487-496 (1972)
- 9) BARDACH, J., KURNATOWSKI, A.: Skin (Blood supply of a Filatov's skin flap).
Plast.Reconstr.Surg. 29, 323-324 (1962)
- 10) BARONE, R.: Atlas d'anatomie du lapin.
Masson & C., Editeurs, Paris 1973
- 11) BARRON, J.N.: The congestion test: A method of estimating the circulation in tube pedicles.
Brit.J.Plast.Surg. 8 114-117 (1956)
- 12) BARRON, J.N., VEALL, N.: Application of radioactive sodium to problems in plastic surgery.
Brit.Med.Bull. 8, 197 (1952)
- 13) BARRON, J.N., VEALL, N., ARNOTT, D.G.: The measurement of the local clearance of radioactive sodium in tubed skin pedicles.
Brit.J.Plast.Surg. 4, 16-27 (1952)

- 14) BARRON, J.N., LAING, J.E., COLBERT, B.A., VEALL, N.:
Observations on the circulation of tubed skin pedicles using
the local clearance of radioactive sodium.
Brit.J.Plant.Surg. 12, 1-21 (1959)
- 15) BELLMANN, S., FRANK, H.A., LOMBAT, P.B., VELANDER, E.:
Experimental studies on regenerative vascular responses.
Anat. Rec. 136, 162 (1960)
- 16) BELMANN, S., ODEN, B.: Regeneration of surgically divided lymph vessels;
an experimental study on the rabbit's ear.
Acta chir.scand.129 100 (1958/59)
- 17) BELLMAN, S., ODEN, B., VELANDER, E.: Microangiography
In: Europäische Konferenz über Mikrozirkulation. Hamburg (1960)
Bibliotheca anatomica, Vol.1, Karger, Basel-New York (1961)
Hrsg.: Harders H.
- 18) BILLROTH, Th.: Über die erste durch Th.Billroth an Menschen ausge-
führte Kehlkopfexstirpation, und die Anwendung eines künst-
lichen Kehlkopfes.
Verh.Otsch.Ges.Chir.1874
zit.bei GUSSENBAUER, C.
- 19) BLAIR, V.P.: The delayed transfer of long pedicle flaps in
plastic surgery.
Surg.Gyn.Obstetr. 33, 261 (1921)
- 20) BLOOMENSTEIN, R.: Viability prediction in pedicle flaps by infrared
thermography.
Plast.Reconstr.Surg. 42, 252-261 (1968)
- 21) BRAITHWAITE, F.: Preliminary observations on the vascular channels
in tube pedicles.
Brit.J.Plant.Surg. 3, 40.46 (1950)
- 22) BRAITHWAITE, F.: Some observations on the vascular channels in
tubed pedicles.
Brit.J.Plant.Surg. 4, 38-47 (1952)
- 23) BRAITHWAITE, F., FARMER, F.T., HERBERT, F.J.: Observations on the
vascular channels of tubed pedicles using radioactive sodium.
Brit.J.Plant.Surg. 4, 38-47 (1952)
- 24) BRAITHWAITE, F., FARMER, F.T., EDWARDS, J.R.G., INKSTER, J.S.:
Simultaneous measurements of blood flow and sodium²⁴ clearance
in the skin.
Brit.J.Plant.Surg. 12, 189-199 (1960)
- 25) BROADBENT, Th.,R., ;ASTERS, F.W., PICKRELL, K.L.: A new compression
clamp to test and occlude the cirulation in pedicle flaps.
Plast.Reconstr.Surg. 12, 187-193 (1953)

- 26) BROWN, J.B., McDOWELL, F.: Skin Grafting.
J.B.Lippincott Comp. Philadelphia 1958
- 27) BROWN, W.F., LITZOW, T.J., ANDERSON, J.A., BALDES, E.J.:
An experimental method of studying blood flow in
canine bipedicle tube flaps.
Mayo Clin.Proc. 44, 742 (1969)
- 28) BURCH, G.E., de PASQUALE, N.P.: Bradykinin.
Amer. Heart J. 65, 116 (1963)
- 29) BURRI, C., MATTER, P.: Die Beeinflussung der Durchblutung
im Rundstiellappen durch niedermolekulares Dextran
(NMD).
Z.ges.Exp.Med. 2, 140-170 (1966)
- 30) CHOU, C.C., FRÖHLICH, E.D., TEXTER, E.C.: A comparative
study of the effects of bradykinin, kallidin II and
eledoisin on segmental superior mesenteric resistance.
J.Physiol. 176, 1 (1965)
- 31) CLIMO, S.: Dermal bleeding and the delay operation.
Plast.Reconstr.Surg. 8, 59 (1951)
- 32) CLODIUS, L., SCHNEIDER, K., GLINZ, W., SMAHEL, J.: Das Über-
leben von Hautlappen in Abhängigkeit von ihrer Dicke
und von der Qualität des Lappenbettes, kontrolliert
durch Vitalfarben, pH-Messungen und klinischen Aspekt.
Helv.Chir.Acta 39, 419-423 (1972)
- 33) CONLEY, J.J.: Vocal rehabilitation by Autogenous Vein Graft.
Ann.Otol. 68, 990-995 (1959)
- 34) CONLEY, J.J.: Rehabilitation of the Airway System by Neck Flaps.
Ann. Otol. 71, 404-410 (1962)
- 35) CONLEY, J.J.: Concepts in head and neck surgery.
Thieme Verlag, Stuttgart 1970
- 36) CONLEY, J.J.: Laryngo-tracheale Wiederherstellung.
Z.Laryngol.Rhinol. 50, 693-722 (1971)
- 37) CONLEY, J.J., DeAMESTI, F., PIERCE, M.K.: A new surgical
technique for the vocal rehabilitation of the
laryngectomized patient. Scientific Papers of the
American Laryngological Association 67, 655-664 (1958)
- 38) CONRAD, M.C., ANDERSON III, J.L., GARRETT, J.R.:
Chronic collateral growth after femoral artery
occlusion in the dog.
J.Appl.Physiol. Vol. 31, 550-555 (1971)
- 39) CONWAY, H., STARK, R.B., DOCKTOR, J.P.: Vascularization of
tubed pedicles.
Plast.Reconstr.Surg. 4, 133-144 (1949)

- 40) CONWAY, H., JOSLIN, D., STARK, R.B.: Observation on the development of circulation in skin grafts.
I. Technique of adaptation of the transparent chamber technique to study the circulation in skin grafts.
Plast.Reconstr.Surg. 8, 194-203 (1951)
- 41) CONWAY, H., ROSWIT, B., STARK, R.B., YALOW, R.: Radio-active sodium clearance of tubes pedicles and flaps.
Proc.Soc.Exper.Biol.Med. 77, 348 (1951)
- 42) CONWAY, H., STARK, R.B., JOSLIN, D.: Cutaneous histamine reaction as a test of circulatory efficiency in tubed pedicles and flaps.
Surg.Gyn.Obstetr. 93, 185-189 (1951)
- 43) CONWAY, H., STARK, R.B., JOSLIN, D.: Observation on the development of circulation in skin grafts.
II. The physiologic pattern of early circulation in autografts.
Plast. Reconstr.Surg. 8, 312-319 (1951)
- 44) CONWAY, H.: Clinical tests for the evaluation of circulation in tubed pedicles and flaps.
Ann.Surg. 135, 52-59 (1952)
- 45) CONWAY, H., STARK, R.B., NIETO-CANO G.: The arterial vascularisation of pedicles.
Plast.Reconstr.Surg. 12, 348-463 (1953)
- 46) CORSO, P.F.: Variations of the arterial, venous and capillary circulation of the soft tissues of the head by decades als demonstrated by the methyl methacrylate injection technique, and their application to the construction of flaps and pedicles.
Plast.Reconstr.Surg. 27, 160-184 (1961)
- 47) COSMAN, B., CRIKELAIR, G.F.: The composed tube pedicle in ear helix reconstruction.
Plast.Reconstr.Surg. 37, 517-522 (1966)
- 48) CRAWFORD, B.C.: The management of tube pedicles.
Brit.J.Plast.Surg. 18, 387-396 (1965)
- 49) DAVIS, J.S., TRAUT, H.F.: The production of epithelial lined tubes and sacs. An experimental study.
J.Amer.med.Ass. 86, 339-341 (1926)
- 50) DENECKE, H.J.: Die Oto-Rhino-Laryngologischen Operationen.
In: Die allgemein-chirurgischen Eingriffe am Hals von N. Guleke
Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953
- 51) DENECKE, H.J.: Unfallchirurgie des Gesichtes und Halses.
Arch.Ohr.-Nas.u.Kehl.-Heilk. 191, 217-404 (1968)

- 52) DENECKE, H.J.: Plastische und rekonstruktive Chirurgie des Halses.
In: Handbuch der plastischen Chirurgie Bd. I
Hrsg.: E. Gohrbrandt, J. Gabka, A. Berndorfer
de Gruyter Berlin, 1972
- 53) DIETRICH, F.E., KÖHNLEIN, H.E., DIETZEL, E.: Versuche zur Erkenntnis der Überlebensfähigkeit von Rundstiellappen.
Plast.Chirurgie, Transacta der III. Tagung der Vereinigung der Deutschen plastischen Chirurgen, Köln, 1972
Pilgram Druck, Hoffnungsthal 27-31 (1972)
- 54) DINGWALL, J.A., LORD, J.W.: The fluorescein test in the management of tubed (pedicle) flaps.
Bull.Johns Hopkins Hosp.73, 129 (1943)
- 55) DOUGLAS, B., BUCHOLZ, R.R.: The blood circulation in pedicle flaps an accurate test for determining its efficiency.
Ann.Surg. 117, 692-709 (1943)
- 56) DOUGLAS, B., MENEELY, G.: The rate of absorption of radioactive isotopes as a test of the efficiency of the circulation in pedicle flaps.
Plast.Reconstr.Surg. 20, 350-359 (1957)
- 57) DUFOURMENTEL, C., MOULY, R.: Chirurgie plastique.
Edt. Médicales Flammarion Paris, 1959
- 58) EDGERTON, M.T.: Reconstruction of hypopharynx and the carvical esophagus after removal of cancer.
Proceedings of the IVth National Cancer Conference 1960
685-687
- 59) EICHLER, O., LINDER, K., SCHMEISER, K.: Die Durchblutung plastisch-chirurgischer Rollappen, gemessen mit radioaktivem Natrium.
Chirurg 22, 340-341 (1951)
- 60) ELLENBERGER-BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
Springer, Berlin 1943
- 61) FILATOV, W.P.: Runder Wanderstiel bei komplizierten Plastiken der Lider und des Gesichtes.
Arch.klin.Chir. 146, 609-614 (1927)
- 62) FRITZ, K.: Versuche in der wiederherstellenden Kehlkopfchirurgie.
Wien.klin.Wschr. 86, 421-423 (1974)
- 63) FUJINO, I.: Contribution of the axial and perforator vasculature to circulation in flaps.
Plast.Reconstr.Surg. 39, 125-137 (1967)
- 64) GANZER, H.: Die Bildung von langgestielten Stranglappen bei Gesichtsplastik.
Berliner klin.Wschr. 54, 1095-1096 (1917)

- 65) GELB, J., MALAMENT, J.: Total reconstruction of the penis.
Plast.Reconstr.Surg. 24, 62-73 (1959)
- 66) GERMANN, N., FINESILVER, E., DAVIS, J.S.: Establishment of circulation in tubed skin flaps.
Arch.Surg. 26, 27-40 (1933) Chicago, III.
- 67) GILLIES, H.: Congenital absence of penis.
Brit.J.Plast.Surg. 1, 8-11 (1948)
- 68) GILLIES, H.: Practical use of the tubed pedicle flap.
Amer.J.Surg. 43, 201-215 (1939)
- 69) GLINZ, W., CLODIUS, L.: Measurement of tissue p.h. for viability in pedicle flaps: Experimental studies in pigs.
Brit.J.Plast.Surg. 25, 111-115 (1972)
- 70) GORDON, S., WARREN, R.F.: Reflex vasodilatation in tubed pedicle skin grafts.
Ann.Surg. 123, 436-446 (1946) Philadelphia
- 71) GOULIAN, D.: The use of bromphenol blue in the assay of rheomacrodex effect on flap viability.
Plast.Reconstr.Surg. 39, 227-233 (1967)
- 72) GRABB, W.C., O'NEAL, R.M.: The effect of low molecular weight dextran on the survival of experimental skin flaps.
Plast.Reconstr. Surg. 37, 406-409 (1963)
- 73) GRAY, J.H.: Studies of the regeneration of lymphatic vessels.
J.Anat. 74, 309-335 (1939/40)
- 74) GUTHRIE, R.H., GOULIAN, D., CUCIN, R.L.: Predicting the extent of viability in flaps by measurement of gas tensions using a mass spectrometer.
Plast.Reconstr.Surg. 50, 385-389 (1972)
- 75) de HAAN, C.R., STARK, R.B.: Vascular reinforcement of pedicled tissue. Surg. Forum Chicago. Clin.Congr.Amer.Coll.Surg. 8, 578-582 (1957)
- 76) de HAAN, STARK, R.B.: Changes in efferent circulation of tubed pedicles and in the transplantability of large composite grafts produced by histamine iontophoresis.
Plast.Reconstr.Surg. 28, 588-593 (1961)
- 77) HAAS, E.: Grundlagen der plastisch-chirurgischen Versorgung von Defekten im Schädel- und Gesichtsbereich.
Arch.Oto-Rhino-Laryng. 216, 1-121 (1977)

- 78) HÄRTWIG, J., KÖHNLEIN, SCHERER: Mikroangiographische Studien überlebensgefährdeter Hautstiellappen und therapeutische Beeinflussung durch hyperbare Sauerstofftherapie und Rheomacrodex. Plastische Chirurgie, Transacta der III. Tagung der Vereinigung der Deutschen plastischen Chirurgen Köln 1972
Pilgram Druck, Hoffnungsthal 23-25 (1972)
- 79) HÄRTWIG, J., DIETEL, D., KÖHNLEIN, H.E.: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Vermeidung von Stiellappennekrosen. In: Plast.Chirurgie des Kopf- und Halsbereiches und der weiblichen Brust.
Hrsg.: H.Bohmert
Thieme Verlag Stuttgart 1975
- 80) HÄRTWIG, J., DIETEL, G., DREWES, U.: Therapeutische Möglichkeiten zur Vermeidung von Stiellappennekrosen. Med.Welt 27, 124-126 (1976)
- 81) HARING, F., GRUHN, R., SMIDT, D., CHEVEN, B.: Züchtung eines Miniaturschweines als Versuchstier und Laboratoriumstier.
Polykopie, Institut für Tierzucht, Göttingen (1965)
- 82) HARING, F., GRUHN, R., SMIDT, D.: Bestimmungsgründe für die Entwicklung eines Miniaturschweines als Laboratoriumstier.
World.Rev.Anim. Prod. 3, 76-87 (1968)
- 83) HARRISON, D.F.N.: The Value of Dye Studies in Testing the Viability of Regional Flaps.
Plastic and Reconstructive Surgery of Face and Neck. Proceedings of the first international Symposium.
Edt.: Conley, J., Vol. 2 (1972)
- 84) HAUSER, W.H., TAUXE, W.N., OWEN, C.A., LIPSCOMB, P.R.: Determination of the vascular status of pedicle skin grafts by radioactive tracer studies.
Surg.Gyn.Obstetr. 112, 625-629 (1961)
- 85) HEGER, W., KIADEN, F., MITTMANN, U., SCHMIER, J.: Verschiedene morphologische Darstellungen des Koronargefäß-Systems des Hundes.
BasicRes.Cardiol. 71, 103-112 (1976)
- 86) HOEHN, R., BINKERT, B.: Cholesteric liquid crystals: A new visual aid to study of flap circulation.
Plast.Reconstr.Surg. 48, 209-213 (1971)
- 87) HOFFMEISTER, F.S.: Studies on timing of tissue transfer in reconstructive surgery.
Plast.Reconstr.Surg. 19, 283-298 (1957)

- 88) HOFFMEISTER, F.S.: Timing of transfer of flaps in reconstructive surgery.
Surg.Gyn.Obstetr. 108, 68-74 (1959)
- 89) HUNDEIKER, M.: Zur Darstellung der Gefäßarchitektur der Haut.
Arch. f. dermatol.Forsch. 245, 163-169 (1972)
- 90) HYNES, W.: A simple method of estimating blood flow with special reference to the circulation in pedicled skin flaps and tubes.
Brit.J.Plant.Surg. 1, 159-171 (1948)
- 91) HYNES, W.: The blood-vessels in skin tubes and flaps.
Brit.J.Plant.Surg. 3, 165-175 (1950)
- 92) HYNES, W., MCGREGOR, A.: The use of fluorescence in estimating the blood flow in pedicle skin flaps and tubes.
Brit.J.Plant.Surg. 2, 4-12 (1950)
- 93) HYNES, W.: The rapid skin transfer of abdominal tubed pedicles.
Brit.J.Plant.Surg. 2, 202-211 (1950)
- 94) HYNES, W.: The determination of the change in the small vessels of a flap after division of its pedicle.
Brit.J.Plant.Surg. 9, 251-255 (1956)
- 95) JADSON, J.T., LANG, W.: Secondary esophagoplasty after pharyngolaryngectomy, using a modified deltopectoral flap.
Plast.Reconstr.Surg. 48, 155-159 (1971)
- 96) KARLAN, M.S.: Two-stage ASA1 laryngectomy utilizing a modified Tuckervalue.
Amer.J.Surg. 116, 597-599 (1968)
- 97) KAZANJIAN, V.H., CONVERSE, J.M.: The surgical treatment of facial injuries.
Williams a. Wilkins Comp., Baltimore, 1959
- 98) KITLOWSKI, E.: A simple method for granual occlusion of circulation in tubed pedicle flaps.
Plast.Reconstr.Surg. 13, 162-166 (1954)
- 99) KLINGENSTRÖM, P., NYLEN, B.: Timing of Transfer of Tubed Pedicles and Cross-flaps.
Plast.Reconstr.Surg. 37, 1-12 (1966)
- 100) KNEBEL, R.: Zur Gefäßdarstellung korrodierter Totalpräparate mit Kunststoff.
Präparator 3/4, 107-110 (1973)
- 101) KOMORN, R.M.: Vocal Rehabilitation with a tracheo-esophageal shunt.
Arch. Otolaryng. 97, 303-305 (1973)
- 102) KRAUSE, W.: Die Anatomie des Kaninchens in topographischer und operativer Rücksicht.
Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1868

- 103) LÄMMLI, K., FISCH, U.: Die Rekonstruktion des Ösophagus mit deltopektoralen Hautlappen.
Pract.Oto-Rhino-Laryng. 33, 11-17 (1971)
- 104) LANGE, K., BOYD, L.J.: Use of fluorescein to determine adequacy of circulation.
Med.Clin.NorthAmer. 26, 943-952 (1942)
- 105) LENTRODT, J.: Die gestielte Fettgewebstransplantation.
Tierexperimentelle Studien als Grundlage der klinischen Anwendung.
C. Hauser Verlag, München 1969
- 106) LENZ, P.: Zur Technik der Gefäßdarstellung im Kiefer-Gesichtsbe-
reich mittels Plastoid.
"Stoma" 4, 210-218 (1971)
- 107) MAURER, H.: Die Rehabilitation der Sprache nach Kehkopftotal-
exstirpation.
Arch.klin.exp.ohr.-Nase.-u.Kehlk.-Heilk. 199, 742 (1971)
- 108) MAURER, H.: Tracheopharyngeale Interpositionsplastik mit
zervikothorakalem Hautschlauch - einseitiges Vorgehen
zur sprachlichen Rehabilitation nach Kehlkopftotalex-
stirpation.
Z. laryng.Rhinol. 52, 253-254 (1973)
- 109) MAY, H.: Simple device to test and to improve circulation in
pedicle flaps.
Surg. 21, 582-587 (1947) St.Louis
- 110) McCLURE, W., ALDRICH, C.: Time require for dissapearance of
intradermally injected salt solution.
J.A.M.A. 81, 293 (1923)
- 111) McGRAIL, J., OLDFIELD, D.: One stage operation for vocal
rehabilitation al laryngectomy.
Transactions of the American Academy of Ophthalmology
and Otolaryngology, Rochester, Minn. 75, 510-512 (1971)
- 112) MCGREGOR, J.A., JACKSON, J.T.: The extended role of the
deltopectoral flap.
Brit.J.Plast.Surg. 23, 173-185 (1970)
- 113) MEYER, R.: New consepts in laryngotracheal reconstruction.
Trans.Amer.Acad.Ophtal.Otolaryng. 76, 758-765 (1972)
- 114) MILLER, A.H.: First expierences with Asai's technique for
vocal rehabilitation after total laryngectomy.
Ann.Otol. (St.Louis) 76, 829-833 (1967)
- 115) MILLER, A.H.: Further expierences with Asai's technique for
vocal rehabilitation after laryngectomy.
Trans.Amer.Acad.Ophtal.Otolaryng. 72, 779-781 (1968)

- 116) MILLER, A.H.: Surgery for vocal rehabilitation after laryngectomy
In: Proceedings of the Centennial Symp. .
Manhattan Eye, Ear, and Throat Hospital St. Louis
CV Mosby & Co. Medical Publishers Vol. 2, pp 331-317
(1969)
- 117) MILTON, S.H.: The effects of "Delay" in the survival of experimental pedicled skin flap.
Brit.J.Plant.Surg. 22, 244-252 (1969)
- 118) MILTON, S.H.: Pedicled skin flaps: the fallacy on the length: width ratio.
Brit.J.Plant.Surg. 57, 502-508 (1970)
- 119) MILTON, S.H.: New concepts in design of skin flaps.
In: Plastic and reconstructive surgery of the face and the neck. Bd. II
Hrsg.: J. Conley, J.T. Dickinson
Thieme Verlag, Stuttgart, 1972
- 120) MINNINGERODE, B.: Indikation und Technik eines modifizierten Verfahrens der plastischen Wiederherstellung der Stimme bei totaler Laryngektomie nach Asai.
Pract.oto-rhino-laryng. 31, 174-181 (1969)
- 121) MONTGOMERY, W.W., TOOHILL, R.J.: Voice rehabilitation after laryngectomy.
Arch.Otolaryng. 88, 499-506 (1968)
- 122) MONTGOMERY, W.W.: Postlaryngectomic vocal rehabilitation.
Arch.Otolaryng. 95, 76-83 (1972)
- 123) MUIR, J.F.K., FOX, R.H., STRANC, W.E.: The measurement of blood flow by a photoelectric technique and its application to the management of tubed skin pedicles.
Brit.J.Plant.Surg. 21, 14-31 (1968)
- 124) MURAKAMI, T.: Vascular arrangement of the rat renal glomerulus. A scanning electron microscope study of corrosion casts.
Arch.histol.jap. 34, 87-107 (1972)
- 125) MURAKAMI, T., TATSUYA, J., YOSHIHIRO, S. Perbiliary Portal System in the Monkey liver as Evidenced by Injection Replica Scanning Electron Microscope Method.
Arch.histol.jap. 37, 245-260 (1974)
- 126) MUSTARDE, J.C.: Reconstruction of anterior urethra in Hypospadias by buried skin strip Method. A simplified and improved Technique.
Brit.J.Plant.Surg. 7, 166-174 (1954)
- 127) MYERS, M.B., CHERRY, G.: The Blood Pressure in Tubed Pedicles.
Plant.Reconstr.Surg. 38, 49-51 (1966)

- 128) MYERS, M.B., CHERRY, G., MILTON, S.H.: Tissue gas levels and an index of the adequacy of the circulation. The relation between ischemia and the delay phenomenon.
Surgery 71, 15-21 (1972)
- 129) NEUMANN, C., G., WEDEL, J.v.: The immediate attachment of double pedicle tubed flaps to the carrier (wrist) in preparation for transfer to a distant side.
Plast.Reconstr.Surg. 11, 169-176 (1953)
- 130) OHMORI, S., KURATA, K.: Experimental studies on the blood supply to various types of skin grafts in rabbits using isotope p^{32} .
Plast.Reconstr.Surg. 25, 547-555 (1960)
- 131) OLANDER, G.A.: Nicotinic acid and epinephrine test for determining the source of blood supply of the delayed skin flaps.
Plast.Reconstr.Surg. 5, 58-65 (1960)
- 132) PALMER, B.: Sympathetic denervation and reinnervation of cutaneous blood vessels following surgery.
Scand.J.Plant.Reconstr.Surg. 4, 93-99 (1970)
- 133) PALMER, B.: The influence of stress on the survival of experimental skin flaps. A study on rats.
Scand.J.Plant.Reconstr.Surg. 6, 110-113 (1972)
- 134) PATTERSON, T.J.S.: The survival of skin in the pig.
Brit.J.Plant.Surg. 21, 113-117 (1968)
- 135) PERTHES, G.: Lappenvorbereitung in situ. Ein neuer Weg zur Bildung langer plastischer Lappen ohne Gefahr der Nekrose.
Zbl.Chir. 44, 641 (1917)
- 136) RASCHE, H.: Plastische Konstruktion eines Kehlkopfersatzes im Rahmen der Laryngektomie.
HNO 24, 60-62 (1976)
- 137) RETHI, A.: Chirurgie der Verengungen der oberen Luftwege.
G. Thieme Verlag, Stuttgart 1959
- 138) REUTER, S.R., REDMANN, H.C.: Gastrointestinal angiography.
Philadelphia - London- Toronto: Saunders 1972
- 139) ROCHA e SILVA, M., BERALDO, W.T., ROSENFELD, G.: Bradykinin, a hypotensive and smooth muscle stimulating factor released from plasma globulin by snake venoms and by trypsin.
Amer.J.Physiol. 156, 261 (1949)
- 140) SCHÄFER, D., SEIDL, E., ACKER, H., KELLER, H.-P., LÜBBERS, D.W.: Arteriovenous Anastomoses in the Cat Carotid Body.
Z.Zellforsch. 142, 514-524 (1973)

- 141) SCHÄFER, D., SEIFFERT, M., HÜPER, J.: Zur Darstellung des Gefäßnetzes in der Rattenleber mit Hilfe der Raster-elektronenmikroskopie.
"Mikroskopie" 31, 226-232 (1975)
- 142) SCHJELDERUP, H.: Treatment of the "blue flaps".
Trans. 4th Int.Congr.Plast.Reconstr.Surg.Rome, 1967
1194 (1969)
- 143) SCHLÜTER, O.: Praktische Erfahrungen bei der Verwendung von polymerisierbaren Vinylverbindungen zur Gewinnung von Ausgußpräparaten.
Der Präparator 7, 177-184 (1961)
- 144) SCHLÜTER, O.: Organinjektion mit Acrylharz zur Korrosionspräparation.
Präparator 8, 83-90 (1962)
- 145) SCHNUR, P., SIMONS, J.N., TAUXE, W.N.: Circulation of pedicle flaps studied by tissue clearance of 99 m Tc- pertechnetate.
Surg.Forum 20, 513-514 (1969)
- 146) SCHUCHARDT, K.: Der Rundstiellappen in der Wiederherstellungschirurgie des Gesichts-Kieferbereiches.
Thieme, Leipzig, 1944
- 147) SCHULTHESS, G.W.v.: Pseudoepiglottis from pediculated skin flap.
In: Plastic and reconstructive surgery of the face and the neck. Vol.2: Rehabilitative surgery. p. 166
Edt.: J.Conley, J.T.Dickinson.
Thieme Verlag Stuttgart, 1972
- 148) SCHUMMER, A.: Ein neues Mittel ("Plastoid") und Verfahren zur Herstellung korrosionsanatomischer Präparate.
Anat.Anz. 81, 177-201 (1935)
- 149) SCHUMMER, A.: Vereinfachtes Plastoid-Korrosionsverfahren.
Anat.Anz. 98, 288, (1951)
- 150) SEEMEN, H.v.: Über allgemeine Grundsätze und Anwendungsgebiete der Wiederherstellungschirurgie.
Kurse ärztl. Fortbild. 29, 31-42 (1938)
- 151) SEHRSEN, P.: Blood flow in cutaneous tissue in man studied by washout of radioactive xenon.
Circ.Res. 25, 215-229 (1969)
- 152) SERAFINI, K.: Ripristino della respirazione per le vie naturali, della deglutizione e della fonazione in cani sottoposti a laringectomia totale.
Ann. di Laring.Act.66, 241-256 (1967)
- 153) SHERLOCK, E.C., MADDOX, W.A.: The versatile deltopectoral skin flap in reconstruction about the head and neck.
Amer.J.Surg. 118, 744-751 (1969)

- 154) SHUMRICK, D.A.: Reconstructive flaps in head and neck surgery.
Otolaryng.Cl.NorthAmer. (1969)
- 155) SIMON, M.: Die venösen Blutgefäße in Rollappentransplantaten.
Inaug.Diss.Tübingen 1948
- 156) SMAHEL, J., CLODIUS, L.: Construction of Epithelialized Tubes.
Chir.Plastica (Berl.) 3, 215-218 (1976)
- 157) SHITH, P.S.: The vascular basis of axial pattern flaps.
Brit.J.Plast.Surg. 26, 150-157 (1973)
- 158) STAFFIERI, M.: Laringectomia totale con ricostruzione die
glottide fonatoria. Comunicazione preliminare.
Boll.Soc.Med.Chir.Breciana (1969)
- 159) STAFFIERI, M., SERAFINI, I.: La Riabilitazione chirurgica della
voce e della respirazione dopo laringectomia totale.
Atti del XXIX Congresso nazionale,Associazione otologi
ospedalieri italiani (A.O.O.I.)
pubblicati a cura del Presidente Prof.D.Canciullo
28.9.-3.10.1976
- 160) STARK, R.B.: Vascular reinforcement of pedicled tissue:
A preliminaray report.
Plast.Reconstr.Surg. 18, 329-343 (1956)
- 161) STARK, R.B.: Vascular reinforcement of pedicled tissue.
Transp. Bull. 3, 94-96 (1956)
- 162) STARK, R.B., de HAAN, L.: Vascular augmentation of pedicled
tissue demonstrable by arteriography and injection mass.
Plast.Reconstr.Surg. 24, 19-23 (1959)
- 163) STEINMANN, W.: Über die Injektion der Blut- und Lymphgefäße
sowie über die Herstellung von Korrosionspräparaten.
Präparator 1/2, 3-30 (1971)
- 164) STELL, P.M.: Pharyngeal reconstruction using the delto-pectoral
flaps.
ORL 35, 317-232 (1973)
- 165) STERN, W.G., COHEN, M.B.: The intracutaneous salt solution
wheal test.
J.A.M.A. 87, 1355-1358 (1926)
- 166) STRANC, W.E.: The delay procedure and its effects on blood flows
in tubed pedicle flaps.
Trans. Ivth Int.Congr.Plast.Reconstr.Surg. Amsterdam:
Excerpta Med. pp 1190-1195 (1967)
- 167) STRANC, M.F., LABANDTER, H., ROY, A.: A Review of 196 Tubed
Pedicles.
Brit.J.Plast.Surg. 28, 54-58 (1975)

- 168) STURMAN, M.J., TERRY, J.L., BENNETT, J.E.: Enhancement of tissue survival in engarged tube pedicles.
Surg.Forum 13, 468-469 (1962)
- 169) STURMAN, M.J., TERRY, J.L., BIGGS, J.A., BENNETT, J.E.: The prevention of necrosis in congested tubed pedicles.
Plast.Reconstr.Surg. 34, 555-563 (1964)
- 170) SUNDELL, B.: Studies on the circulation of pedicle skin flaps.
Ann.Chir.Gynaec.Fenn. 53, 133 (1964)
- 171) TARDY, M.E.: Regional Flaps. Principles and Application.
Otolaryng. Clin.NorthAmer. 5, 551-569 (1972)
- 172) TAUXE, W.N., SIMONS, J.N., LIPSCOMB, P.R., HAMAMOTO, K.: Determination of vascular status of pedicle skin flaps by use of radioactive pertechnetate (99 m Tc)
Surg.Gyn.Obstetr. 130 87-93 (1970)
- 173) TEICH-ALASIA, S.: A study of the vascularisation of pedicle flaps using Dusulptune Blue.
Brit.J.Plast.Surg. 24, 282-288 (1971)
- 174) TOMPSETT, D.H.: Anatomical Techniques.
(Longman Group Limited, 1970)
E.& Livingstone LTD, 1970
- 175) VELANDER, E.: Vascular changes in tubed pedicles.
An animal experimental study.
Acta chir.scand. Suppl. 322:1 (1964)
- 176) VOLLMERHAUS, B., HEGNER, D.: Korrosionsanatomische Untersuchungen am Blutgefäßsystem des Hühnerfußes.
Morphologisches Jahrbuch 105, 139-184 (1963)
- 177) WIGAND, M.E.: persönliche Mitteilung
- 178) WILSON, W.R., ROBERTS, M.P., TOOMEY, J.M., WATKINS, G.M.: PO₂, PCO₂, Ph, Lactate, and pyruvate levels in venous effluent blood during construction of bipediced flaps.
Surg. Forum 24, 496-497 (1973)
- 179) WINSTEN, J., MANALO, P.D., BARSKY, A.J.: Studies on the circulation of tubed flaps.
Plast.Reconstr.Surg. 28, 619-633 (1961)
- 180) WOLOSCHINOW, W.: Plastik der Unterlippe nach der Rundstiel-methode.
Arch.klin.Chir. 135, 770-775 (1925)
- 181) WOOKEY, H.: The surgical treatment of carcinoma of the hypopharynx and the esophagus.
Brit.J.Surg. 35, 249-266 (1948)

- 182) ZABEL: persönliche Mitteilung
- 183) ZAHRADNIK: persönliche Mitteilung
- 184) ZBYLSKI, J.R., ORDER, S.E., WALKER, H.L., MONCRIEF, J.A.:
The vascular structure of tubed pedicle flaps and
the influence of sorgical trauma.
Plast.Reconstr.Surg. 36, 420-429 (1965)
- 185) ZEHM, S.: The anterior chest flap for reconstruction of the
pharynx and cervical esophagus.
Excerpta Med. (Amst.) Internat.Congr.Ser. 174, 510-513
(1969)

Es ist mir ein Bedürfnis, allen denen zu danken, die mit zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

An erster Stelle gebührt mein Dank Herrn Prof. Dr. M. E. Wigand für die großzügige Unterstützung und die ermutigenden Anregungen. Besonders danke ich ihm dafür, daß ich seine Idee des invertierten Rundstiellappens weiter aufgreifen und erste klinische Erfahrungen tierexperimentell weiter verfolgen durfte.

Auch von vielen Klinikangehörigen habe ich große Hilfe erhalten. So danke ich Fräulein Pöhl für die Anfertigung der histologischen Schnittserien, Frau Ruff für die Anfertigung der Photographien und besonders Frau Sturm für die Fertigstellung des Schriftsatzes.

Weiterhin danke ich Herrn Zahradnik vom Institut für Werkstoffkunde der Universität Erlangen-Nürnberg und Herrn Gütebier, Präparator des Zoologischen Instituts der Universität Erlangen-Nürnberg für viele wertvolle Anregungen und Hilfen.

